

Analytische Sterbealtersbestimmung von Skelettfunden

Möglichkeiten und Grenzen
bei der Bearbeitung von
historischem und rezentem Skelettmaterial

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades doctor rerum naturalium

(Dr. rer. nat.)

vorgelegt dem Rat der Biologisch-Pharmazeutischen Fakultät
der Friedrich-Schiller-Universität Jena

von Ronny Bindl M.Sc.

geboren am 11. November 1978 in Karl-Marx-Stadt

Gutachter:

1. Prof. Dr. Aria Baniahmad, Jena
2. Prof. Dr. Kurt Alt, Mainz
3. PD. Dr. Katrin Kromeyer-Hauschild, Jena

Datum der Disputation: 15.Dezember 2008

Abkürzungsverzeichnis

k - Korrelationskoeffizient (Spearman)

Max - Maximum

Min - Minimum

MW - Mittelwert

N - Anzahl

P - Signifikanz

Sd - Standardabweichung

S - Sutura

Inhalt

Zusammenfassung	6
Abstract	9
1 Einleitung	11
2 Verfahren zur Altersbestimmung von Skelettfunden	12
2.1 Allgemeine Anmerkungen	12
2.2 Altersbestimmung von subadulten Individuen	12
2.3 Erwachsene Individuen	14
2.3.1 Cranium	14
2.3.2 Columna vertebralis	17
2.3.3 Costae	18
2.3.4 Cingulum pectorale	18
2.3.5 Extremitas superiores	20
2.3.6 Os coxae	20
2.3.7 Extremitas inferiores	24
2.3.8 Kombinierte Verfahren	24
2.3.9 Histologische Verfahren	26
3 Problemstellung	30
4 Methodik	32
4.1 Material	32
4.2 Methoden	33
4.2.1 Materialaufnahme	34
4.2.1.1 Cranium - Obliteration der Nähte	35
4.2.1.2 Clavicula	36
4.2.1.3 Humerus	37
4.2.1.4 Os coxae	38
4.2.1.5 Os sacrum	47
4.2.1.6 Femur – proximales Ende	49
4.2.1.7 Histologische Untersuchungen	50
4.2.1.8 Transitions - Analyse	53
4.2.2 Datenanalyse	55
4.2.2.1 Untersuchungen zu den altersspezifischen Veränderungen	55
4.2.2.2 Untersuchungen zu den demographischen Strukturen von Dresden-Briesnitz	57
5 Ergebnisse	59
5.1 Untersuchungen zu den altersspezifischen Veränderungen am rezenten	59
Skelettmaterial	59
5.1.1 Cranium	59

5.1.2 Clavicula.....	65
5.1.3 Os coxae	66
5.1.4 Transitions-Analyse	76
5.1.5 Histologische Untersuchungen.....	80
5.1.6 Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen am rezenten Material	89
5.2 Untersuchungen zu den altersspezifischen Veränderungen am Skelettmaterial von Dresden-Briesnitz.....	92
5.2.1 Cranium.....	92
5.2.2 Clavicula.....	95
5.2.3 Os coxae	97
5.2.4 Os sacrum.....	103
5.2.5 Transitions-Analyse	105
5.2.6 Humerus und Femur – proximales Ende.....	108
5.2.7 Histologie	109
5.2.8 Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen am Skelettmaterial von Dresden-Briesnitz.....	113
5.3 Demographische Rekonstruktion des Gräberfeldes Dresden-Briesnitz	114
6 Diskussion	118
6.1 Untersuchung der altersspezifischen Veränderungen	118
6.2 Rekonstruktion der Altersstruktur von Dresden-Briesnitz.....	133
7 Literaturverzeichnis.....	139
Thesen zur Dissertation.....	149
Ehrenwörtliche Erklärung	151
Lebenslauf	152
Liste der Publikationen.....	153
Danksagung.....	155
Anhang.....	separater Band

Zusammenfassung

Das Sterbealter ist einer der wichtigsten Parameter zur Individualanalyse von Skelettfunden und damit unverzichtbare Grundlage für die Rekonstruktion prähistorischer und historischer Populationen.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung der altersspezifischen Veränderungen an menschlichen Skelettfunden. Dabei werden Empfehlungen für den Einsatz der Methoden zur Altersbestimmung Erwachsener erarbeitet, und mit der optimierten Altersbestimmung werden die Skelettindividuen des Gräberfeldes Dresden-Briesnitz bestimmt. Basierend auf den Individualdaten wird die Altersstruktur der mittelalterlichen Population erarbeitet und somit ein Beitrag für die Rekonstruktion der Lebensverhältnisse der damaligen Zeit geliefert.

Für die Untersuchungen der altersspezifischen Veränderungen steht Skelettmaterial mit bekanntem Alter und Geschlecht (20. Jahrhundert) zur Verfügung. Am rezenten, altersbekanntem Material wurden die Crania (n=300), Claviculae (n=41), die Ossa coxae (n=50) sowie die Femora (n=83) verwendet. Im mittelalterlichen Friedhof von Dresden-Briesnitz standen die Skelette von bis 827 Individuen für die demographische Rekonstruktion zur Verfügung. Davon gingen 411 erwachsene Individuen in die methodischen Untersuchungen zu den altersspezifischen Veränderungen ein.

Für die methodischen Untersuchungen wurden die altersspezifischen Veränderungen an den Schädelnähten, der Extremitas sternalis der Clavicula, am Os coxae insbesondere der Facies symphysialis, der Facies auricularis und dem Acetabulum, der Facies auricularis des Os sacrum, dem proximalen Anteil von Humerus und Femur sowie den Mikrostrukturen im Diaphysenbereich von Femur, Tibia, Fibula und Humerus für das rezente Material mit dem chronologischen Alter verglichen. Am historischen Material erfolgte der entsprechende Vergleich mit den altersspezifischen Veränderungen an der Facies symphysialis sowie den histomorphologischen Veränderungen am Femur.

Die Untersuchungen der altersspezifischen Veränderungen zeigen, dass die morphologischen Verfahren eine umfangreiche Einarbeitung am altersbekanntem Material verlangen. Nur am altersbekanntem Skelettmaterial ist eine Minimierung des subjektiven Faktors bei der Graduierung der jeweiligen Stadien möglich, da nur hier der direkte Vergleich von chronologischem und biologischem Alter gezogen werden kann.

Zu beachten ist außerdem, dass sich die altersspezifischen Veränderungen an den einzelnen Skelettabschnitten in ihrer Ausprägung, ihrem zeitlichen Ablauf und damit in ihrer Eignung zur Altersbestimmung deutlich unterscheiden.

So liefern die altersspezifischen Veränderungen an der *Facies symphysialis* sowie das neu entwickelte histo-morphologische Verfahren am Femur die besten Übereinstimmungen zwischen chronologischem und ermitteltem, biologischem Alter. Der histo-morphologische Ansatz bietet die Möglichkeit, über die gesamte Lebensspanne der erwachsenen Individuen eine Alterseinordnung vorzunehmen. Diese histologische Methode bietet die Möglichkeit, auch an schlecht erhaltenem Skelettmaterial eine Altersbestimmung nach einem reproduzierbaren Verfahren durchzuführen. Das am Femur ermittelte histo-morphologische Verfahren lässt sich vom methodischen Ansatz her auf die Tibia und den Humerus übertragen. Mit der Transitions-Analyse als kombiniertes Verfahren aus Nahtobliteration, Veränderungen an der *Facies symphysialis* sowie *Facies auricularis* steht ein weiteres, geeignetes Verfahren zur Altersbestimmung zur Verfügung, das eine Schätzung des Alters je nach Erhaltungszustand des Materials in unterschiedlich großen Altersspannen ermöglicht. Auch die Obliteration an der *Tabula interna* des Schädeldaches sowie die altersspezifischen Veränderungen an der *Facies auricularis ossis ilii* können unter Berücksichtigung der großen Variabilität und der damit verbundenen großen Altersspannen zusätzliche Hinweise auf das Alter eines Individuums liefern. Selbst die altersspezifischen Veränderungen am *Acetabulum* geben brauchbare Hinweise auf das Sterbealter. Im Gegensatz dazu sollte die Obliteration der Nähte des Schädeldaches an der *Tabula externa* sowie die Verwendung von Nahtabschnitten an den unteren Anteilen des Neurocranium und dem Viscerocranium nicht als alleiniges Merkmal zur Altersbestimmung verwendet werden.

In Folge der Einarbeitung und der Validierung der Verfahren zur Altersbestimmung am rezenten Material und den Untersuchungen zu den altersspezifischen Veränderungen am mittelalterlichen Skelettmaterial wurde die Altersbestimmung der Individuen von Dresden-Briesnitz durchgeführt. Unter Verwendung der Ergebnisse der Altersbestimmung sowie unter Berücksichtigung aller bisher zu den einzelnen Skelettabschnitten bekannten Individualdaten früherer Arbeiten erfolgte die Gräberfeldbereinigung von Dresden-Briesnitz. Das heißt, es wurde die Zusammengehörigkeit jedes einzelnen Skelettabschnittes überprüft und danach konnten nun die abschließenden Zusammenführungen von einzelnen Skelettabschnitten erfolgen, die während der langen Bestattungstätigkeit auf dem Friedhof gestört oder während der Ausgrabung getrennt wurden.

Mit Hilfe der Individualanalyse der Einzelfunde wurde die Rekonstruktion der Altersstruktur des Gräberfeldes Dresden-Briesnitz möglich. Für das Gräberfeld konnte eine mittlere Lebenserwartung von 26 Jahren ermittelt werden. Diese geringe Lebenserwartung ist vor allem durch

die sehr hohe Kindersterblichkeit bedingt. 50% der bestatteten Individuen hatten das Erwachsenenalter nicht erreicht. Nach der Überwindung der Altersgruppe Infans I stieg die Lebenserwartung deutlich an, sodass auch zahlreiche Individuen die senile Altersgruppe erreichten. Auf dem Friedhof wurden annähernd die gleiche Anzahl von Frauen (n=104) und Männern (n=115) bestattet. Für die Frauen wurde im Mittel eine niedrigere Lebenserwartung um ca. drei bis fünf Jahre im Vergleich zu den Männern, nachgewiesen. Die verbleibenden Individuen wurden als indifferent bestimmt bzw. konnten auf Grund des schlechten Erhaltungszustandes keinem Geschlecht zugeordnet werden.

Mit der abgeschlossenen Gräberfeldbereinigung des Friedhofs Dresden-Briesnitz und der Rekonstruktion der Altersstruktur dieser Population konnte eine Lücke für die wissenschaftliche, demographische Rekonstruktion des östlichen Areals des Mittelelbe-Saale-Gebietes geschlossen werden, da insbesondere für den östlichen Raum dieses Siedlungsgebietes ausführlich bearbeitete Gruppen bisher fehlten. Mit der Bearbeitung von Dresden-Briesnitz erfolgte ein Lückenschluss für das 10. bis 13. Jahrhundert, einer bedeutenden Phase des Übergangs von der spätslawischen zur frühdeutschen Besiedlung. Die erhöhte Lebenserwartung im jüngeren Bestattungshorizont (ca. 11 bis 13. Jahrhundert) spricht für eine Optimierung der Lebensbedingungen und schließt sich den archäologischen Befunden an, dass die zunehmende deutsche Einflussnahme in den östlichen Gebieten sich nicht in Übergriffen auf die ursprüngliche Bevölkerung äußerte sondern, dass die ansässigen Siedlungen weiterhin bestanden.

Abstract

The aim of the present work is the research in age specific changes at human skeletal remains. Thereby references for the application of the methods for age estimation should be developed. With the optimized method the remains from the medieval graveyard Dresden-Briesnitz should be estimated. Based on the single age estimations the age structure of this population should be reconstructed.

For the research skeletal remains with known age and sex from the 20th century were available. The recent series consists of Crania (n=300), Clavicles (n=41), Ossa coxae (n=50) and the Femora (n=83). From the medieval graveyard Dresden-Briesnitz up to 827 individuals were used. From this 411 adult individuals became part of the present work.

For the methodological approach the age specific changes at the sutures of the skull, at the medial end of the Clavicle, at the Os coxae the Facies symphysialis, Facies auricularis and the Acetabulum, at the Os sacrum the Facies auricularis were compared with the chronological age at the recent material. Furthermore at the Femur and Humerus the changes in the proximal part and the microstructure in Femur, Tibia, Fibula and Humerus were observed. At the historical material the comparison was done with the changes at the Facies symphysialis and the histo-morphological changes in the Femur.

The research in the age-specific changes showed, that the application of the morphological methods implied an extensive practice at remains with known age. The best results were achieved by the changes at the Facies symphysialis and the developed histo-morphologic method at the femur with the highest correspondence between the chronological and the estimated biological age. The histo-morphologic approach allows close estimates over the whole adolescent period. The methodological part of this approach, developed at the femur, is transferable to the tibia and the humerus. The Transition analysis, with the combination of the closure of the skull-sutures, the changes at the Facies symphysialis as well as auricularis at the hipbone is one of the most preferable methods in age estimation.

The suture closure at the Tabula interna of the skull and the age specific changes at the Facies auricularis of the ilia can provide good information about age. But it is indispensable to consider the variability of the morphological characteristics and the wide age-ranges. Even the changes at the Acetabulum can give useful information to age at death.

In the opposite, the changes at the obliteration at the Tabula externa of the skull especially the application of the lower sutures of the Neurocranium and the Viscerocranium shouldn't be used for age estimation as single traits.

After the orientation at the methods for age estimation with the recent material and the research in the age specific changes at the medieval material, age at death of the skeletons of Dresden-Briesnitz was estimated.

The age structure of this graveyard was reconstructed with the single data of the skeletal individuals. A very low life expectancy of 26 years for the population of Dresden-Briesnitz was estimated. This low life span is correlated with the high rates of infant mortality. 50% of the individuals haven't reached the adulthood. After overcoming the infant period the life span was growing. So many people reached the senile age cohort. Nearly the same number of men (n=115) and women (n=104) were buried at this graveyard.

With the examination of Dresden-Briesnitz it was possible to close a gap in the anthropological reconstruction of the 10th – 13th century, which was an important period at the transition of the late Slavic to the early German settlement. A higher life span in the younger archaeological horizon (11th – 13th century) could be indicated for an optimization of the living conditions.

1 Einleitung

Die Sterbealtersbestimmung ist neben der Geschlechtsbestimmung, der Rekonstruktion der Körperhöhe und Konstitution, der Untersuchung degenerativer und pathologischer Veränderungen sowie der anatomischen Varianten eine der wichtigsten Parameter zur Individualanalyse von Skelettfunden und somit Grundlage für die Rekonstruktion prähistorischer und historischer Populationen (Ferembach et al. 1979; Rösing et al. 2005).

Zur Ermittlung des Sterbealters von Skelettindividuen steht eine Vielzahl von morphologischen, metrischen, röntgenologischen sowie histologischen und chemischen Verfahren zur Wahl. Die Anwendung der einzelnen Methoden zur Altersbestimmung richtet sich dabei nach der Erfahrung des Untersuchers und den technischen Möglichkeiten (Szilvassy 1988).

Für die Altersbestimmung subadulter Individuen stehen mit den Verfahren zur Zahnmineralisation und dem Zahndurchbruch sowie den metrischen Verfahren zur Erfassung der Diaphysenlängen relativ genaue Methoden zur Verfügung, da die Entwicklungs- und Wachstumsprozesse im Normalfall, vor allem in der frühen Kindheit, regelhaft in engeren Zeiträumen ablaufen (Liss 2002; Volkmann 2007).

Im Laufe des Lebens ist der Organismus sehr individuellen endogenen und exogenen Einflüssen ausgesetzt. Diese haben folglich auch starke Einflüsse auf die Alterung eines Menschen, was sich auch auf die zur Altersbestimmung verwendeten Merkmale auswirkt. Damit treten bei erwachsenen Individuen im Vergleich zu Kindern und Jugendlichen höhere Variationen der altersspezifischen Merkmale auf, da mit steigendem Alter die möglichen Einflüsse zunehmen (Acsádi und Nemeskéri 1970).

Die Methoden, die für nahezu alle Skelettabschnitte entwickelt wurden, unterscheiden sich vor allem durch die zur Verfügung stehenden Skelettserien, die Auswahl der Strukturen, die Graduierung der altersspezifischen Veränderungen sowie die Art und Weise der Ermittlung der Altersspannen für die Altersbestimmung (Ubelaker 1978; Kemkes-Grottenthaler 1993).

Somit steht eine große Anzahl von Verfahren zur Verfügung, um das Alter eines Individuums zu bestimmen. Der Einsatz der Methoden richtet sich dabei im Wesentlichen nach dem Erhaltungszustand des Skelettmaterials und den technischen Möglichkeiten sowie der Erfahrung des Untersuchenden.

Nur auf der Basis einer Altersschätzung der einzelnen Skelettabschnitte, bei denen im Vorfeld die einzelnen Methoden kritisch untersucht und evaluiert wurden, können aufbauende, komplexere Betrachtungen erfolgen. Diese beziehen sich vor allem auf die Rekonstruktion der jeweiligen Altersstrukturen und damit die paläodemographischen Untersuchungen, die trotz der zahlreichen methodischen Schwierigkeiten zu anschaulichen Darstellungen der demographi-

schen Prozesse in prähistorischer und historischer Zeit führen (Bach et al. 1986; Hoppa und Vaupel 2002).

2 Verfahren zur Altersbestimmung von Skelettfunden

2.1 Allgemeine Anmerkungen

Eine grundlegende Intention der Untersuchung altersspezifischer Veränderungen ist es, Zusammenhänge zwischen biologischem Alter, d.h. der Alterung des Körpers, und dem chronologischen Alter (kalendarisches Alter) zu ermitteln.

Durch die große Variabilität der altersspezifischen Veränderungen ist eine genaue Altersbestimmung in exakte Lebensjahre der Skelettindividuen nicht möglich. Daher wurden die anthropologischen Altersklassen Infans I, Infans II, Juvenis, Adultas, Maturitas und Senilis klassifiziert (vgl. Tab. 1).

Tab. 1 Anthropologische Altersgruppen (Hermann et al. 1990)

Altersklasse	Altersspanne in Jahren
Infans I	$0 \leq 7$
Infans II	$7 \leq 13$
Juvenis	$13 \leq 18$ (20)
Adultas	18 (20) ≤ 40
Maturitas	$40 \leq 60$
Senilis	$60 \leq$

Die zahlreichen existierenden Methoden verfolgen morphologische sowie metrische Ansätze. Der folgende Abschnitt soll einen Einstieg in die Thematik der Sterbealtersbestimmung von Skelettfunden geben, aber kann auf Grund der Vielzahl der Studien keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Die genauen Beschreibungen der Stadien, der im Rahmen der vorliegenden Arbeit angewendeten Methoden, werden im Einzelnen in Kapitel „Methodik“ vorgestellt.

2.2 Altersbestimmung von subadulten Individuen

Die Altersbestimmung von Kindern und Jugendlichen ist im Vergleich zu den erwachsenen Individuen verhältnismäßig einfach. Die Wachstums- und Reifungsprozesse laufen nach z.T. regelmäßigen morphologischen Mustern ab, die eine Alterszuordnung auch in engere Altersgruppen zulassen.

Der gegenwärtig favorisierte Ansatz ist die Untersuchung der Mineralisation und des Durchbruchs der Zähne (vgl. Abb. 1). Insbesondere die Entwicklung des Milchgebisses liefert ver-

hältnismäßig genaue Angaben zum Sterbealter. Mit zunehmendem Alter, also während der Wechselgebissphase, d.h. dem Verlust des Milchgebisses und der Entwicklung des Dauergebisses, nimmt die Variabilität in den Abläufen graduell zu, sodass die bestimmbareren Altersspannen weiter werden (Volkman et al. 2006). Diese Variabilität des Zahndurchbruchs zeigt sich besonders beim 3. Molaren (Weisheitszahn), der in seiner Ausprägung und in seinem Durchbruchverhalten extremen Schwankungen unterliegt. Der 3. Molar sollte nur mit Vorsicht als Altersindikator eingesetzt werden (vgl. Seeber 2007). Einen umfassenden Überblick der Verfahren zu Zahnmineralisation und Zahndurchbruch bieten die Arbeiten von Ubelaker (1978), Kaiser (2007) und Volkman (2007).

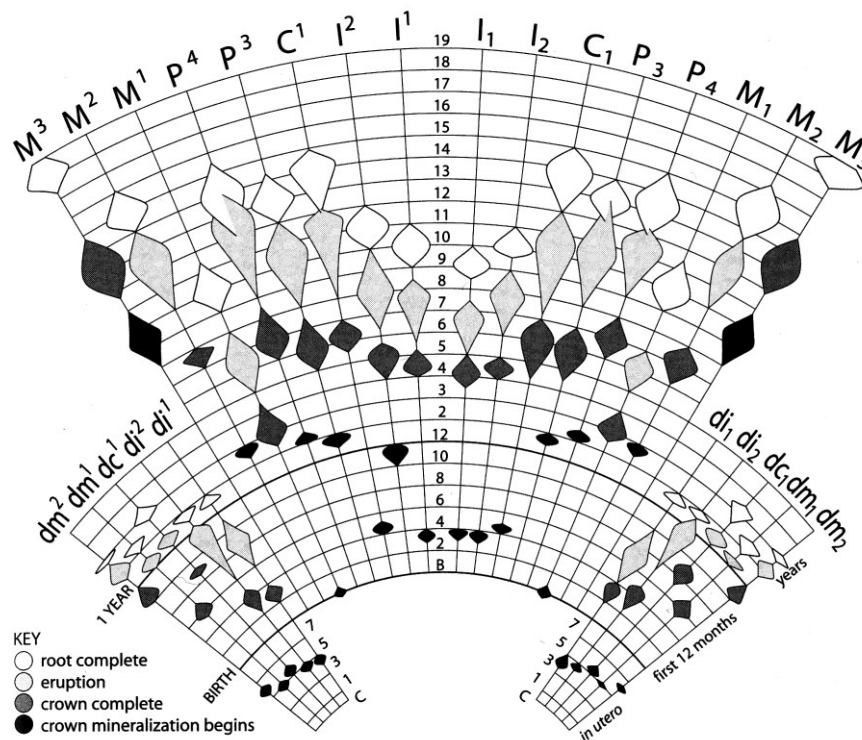


Abb. 1 Zahnmineralisation und Zahnentwicklung nach (Gustafson und Koch 1974; Anderson et al. 1976 In: White und Folkens 2005)

In Folge der z.T. sehr filigranen Knochenstruktur des kindlichen Kiefers gehen die Zahnkeime und Zähne, insbesondere im bodengelagerten Skelettmaterial, oft verloren. Daher wurde die Eignung weiterer Reifungs- und Wachstumsmerkmale zur Altersbestimmung am Skelett untersucht. Hierbei wurden vor allem die Längen und Dickenzunahme der Diaphysen der Langknochen, das Auftreten und die Entwicklung von Epiphysen und Apophysen sowie die Verwachsung der jeweiligen Knochenabschnitte geprüft. Bei diesen Untersuchungen können an nahezu allen Knochen Altersindikatoren abgelesen werden (Stloukal und Hanáková 1978; Gottschald und Bruchhaus 2001; Liss und Bruchhaus 2001; Liss 2002; Biedermann 2003).

Mit dem Verschluss der Synchronosis sphenoccipitalis an der Schädelbasis wird der Übergang von der juvenilen in die adulte Altersgruppe markiert, wobei auch hier eine hohe Variabilität vorliegen kann (Kahana et al. 2003). Die Verwachsung der Crista iliaca ossis ilii und

der Extremitas medialis der Claviculae reicht dem gegenüber bis weit in die adulte Altersgruppe hinein.

2.3 Erwachsene Individuen

Die Altersbestimmung Erwachsener (Altersgruppen: *Adultas*, *Maturitas* und *Senilis*) gestaltet sich wesentlich schwieriger als die Untersuchungen subadulter Individuen. In Folge der individuellen (endogenen und exogenen) Einflüsse, denen ein Mensch während seines Lebens ausgesetzt ist, kommt es zu individuellen Prozessen der Alterung des Körpers, die sich auf das Skelett spezifisch auswirken. Somit kann es zu enormen Abweichungen zwischen chronologischem und biologischem Alter kommen (Houk et al. 1996). Daher ist das grundlegende Ziel der Untersuchungen zur Altersbestimmung erwachsener Individuen, Indikatoren zu finden, die verhältnismäßig umweltstabil sind und sich für eine sichere Schätzung des Sterbealters eignen. Diese sollen trotz der biologischen Variabilität zu aussagekräftigen Ergebnissen führen (Kemkes-Grottenthaler 2001).

2.3.1 Cranium

Obliteration der Nähte

Die Obliteration der Schädelnähte ist eines der ältesten Verfahren, das seit Beginn des 19. Jahrhunderts für die Altersbestimmung am Skelett genutzt wird (Todd und Lyon 1925b).

Bei diesem Verfahren werden verschiedene Nahtabschnitte des Schädels im Hinblick auf den Nahtverschluss und die Verstreichung (Obliteration) der Naht bzw. des Nahtabschnittes begutachtet. Es wurden verschiedene Nahtabschnitte untersucht. Einerseits fanden die Nähte des Schädeldaches (Broca 1879) andererseits auch Fugen und Nähte an der Schädelbasis und im Gesichtsschädel (Meindl und Lovejoy 1985; Dorandeu et al. 2008) Eingang in zahlreiche Studien. Besondere Bedeutung besitzt dabei die Synchronosis sphenoccipitalis, welche am Übergang der juvenilen zur adulten Altersgruppe verwächst und zeitnah verstreicht (Broadbent und Golden 1971).

Bereits im 19. Jahrhundert wurden der endocraniale (Tabula interna) und der ectocraniale Nahtverschluss (Tabula externa) als unterschiedliche Prozesse erkannt. Die Obliteration der endocranialen Nähte wird dabei als zeitstabiler beschrieben und ist im Allgemeinen früher abgeschlossen als ectocranial (u.a. Frédéric 1906; Todd und Lyon 1925c; Hajnis und Novak 1976). Dadurch werden der endocraniale Nahtverschluss und die Obliteration als besser geeignet für die Altersbestimmung beschrieben als das Fortschreiten der ectocranialen Prozesse (Schmitt und Tamaska 1970; Voigt et al. 2006). Unterschiedliche Angaben zum Obliterationsverlauf sind in Abb. 2 und Tab. 2 zusammengestellt.

Mehrfach wurden Unterschiede der Nahtverknöcherung zwischen den Geschlechtern diskutiert. So soll bei Frauen der Obliterationsverlauf etwas verzögert beginnen, danach aber deutlich beschleunigt ablaufen (Parsons und Box 1905; Frédéric 1906; Brooks 1955; Schmitt und Tamaska 1970; Hajnis und Novak 1976; Meindl und Lovejoy 1985). Allerdings sprechen mehrere Arbeiten auch gegen geschlechtsspezifische Obliterationsabläufe (Erankö und Kihlberg 1955; Acsádi et al. 1970; Perizonius 1984).

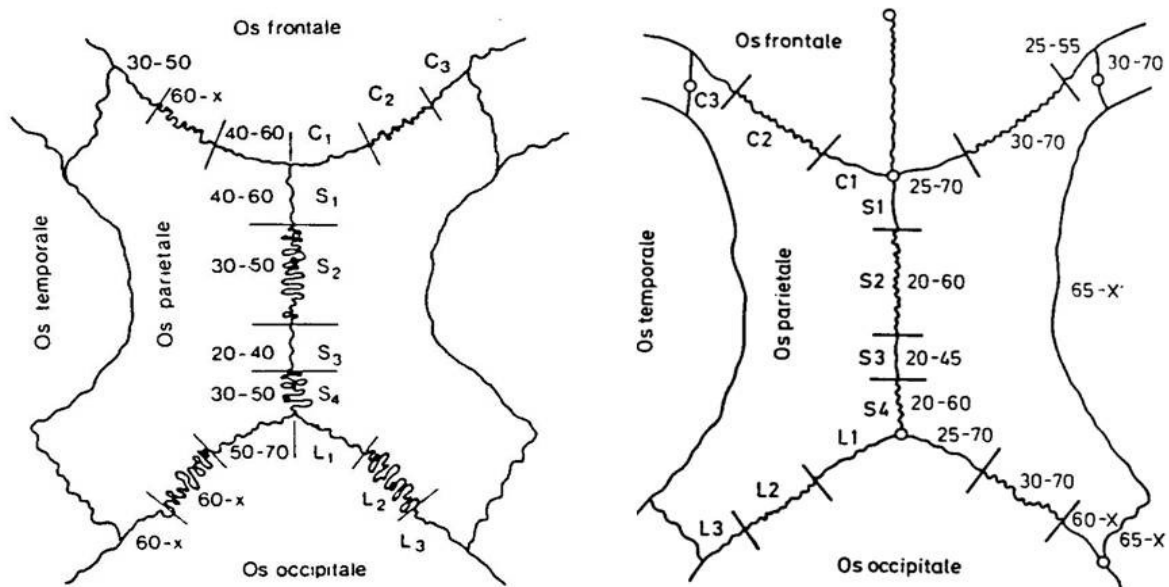


Abb. 2 Schematische Darstellung der Schädeldachnähte links: Tabula externa (Ferembach et al. 1979; Hermann et al. 1990); rechts: Tabula interna (Olivier 1960), mit den jeweiligen Altersangaben in Jahren

Die Eignung der Nahtobliteration zur Altersbestimmung wurde heftig diskutiert. Befürworter des Verfahrens sind u.a. Todd und Lyon (1924; 1925a; 1925c), Meindl und Lovejoy (1985) und Perizonius (1979; 1984).

In den Arbeiten zur Obliteration der Schädelnähte besteht Konsens darin, dass das Verfahren nur als Näherungswert genutzt werden kann (Frédéric 1906; Hrdlička 1939; Hunger und Leopold 1978; Hildebrandt und Wutschke 1987; Kemkes-Grottenthaler 1996). Insbesondere die Sutura sagittalis scheint einen starken Altersbezug zu haben (Hershkovitz et al. 1997) und ist daher für die Altersbestimmung im Vergleich zu anderen Nähten besser geeignet.

Auch nach aktuellen Empfehlungen zur Altersbestimmung ist die Nahtobliteration nur noch als grobe Orientierung bzw. als ungefähre Hinweis auf das Sterbealter anzusehen (Rösing et al. 2005). Die Abweichungen werden von fünf Jahren (Brooks 1955) über ± 10 bis zu ± 50 Jahren (Erankö und Kihlberg 1955) angegeben. Je älter das Individuum ist, desto höher fällt die Fehlerspanne aus (Galera et al. 1998).

Am Cranium wurden neben der Nahtobliteration auch die Veränderung der Schädeldachdicke, d.h. die Dickenabnahme der Knochen in Folge von Struktur- und Substanzverlust der Diploe

untersucht. Dieses Verfahren erwies sich jedoch für die Altersbestimmung als ungeeignet (Stewart 1970; Kemkes-Grottenthaler 1993).

Tab. 2 Zeitliche Abfolge von "Beginn" und "Stabilisierung" der Obliteration der Schädeldachnähte nach verschiedenen Methoden (Hajnis, et al., 1976) verändert

	Tabula	Sutura	Abschnitt	Todd & Lyon (1924/25)	Olivier (1960)	Derobert & Fully (1960)	Hajnis & Novak (1976)			
"Beginn" der Nahtverknöcherung in Jahren	interna	sagittalis	1	22	-	-	18-20	25-29		
			2	22	-	-	18-20	25-29		
			3	22	-	-	20-24	25-29		
			4	22	-	-	18-20	20-24		
		coronalis	1	24	-	-	20-24	30-34		
			2	24	-	-	20-24	30-34		
			3	26	-	-	20-24	25-29		
		lambdoidea	1	26	-	-	18-20	24		
			2	26	-	-	20-24	30-34		
			3	26	-	-	35-39	35-39		
		externa	sagittalis	1	20	20	30-35	18-20	25-29	
				2	21	20	25-30	18-20	24	
	3			21	20	20	18-20	20-24		
	4			26	20	25	18-20	20-24		
	coronalis		1	26	25	40-45	20-24	30-34		
			2	26	30	50	20-24	35-39		
			3	22-29	25	35	20-24	25-29		
	lambdoidea		1	26	25	40-45	18-20	30-34		
			2	26	30	45	20-24	30-34		
			3	26	60	55	40-44	50-54		
	"Stabilisierung" der Nahtverknöcherung in Jahren		interna	sagittalis	1	35	-	-	50	45
					2	35	-	-	50	55
		3			35	-	-	45	55	
		4			35	-	-	50	45	
coronalis		1		38	-	-	50	50		
		2		38	-	-	55	55		
		3		41	-	-	50	65		
lambdoidea		1		42	-	-	50	50		
		2		42	-	-	50	50		
		3		47	-	-	45	später als Männer		
externa		sagittalis		1	29	60	35-40	um 50	um 65 ?	
				2	29	60	30-35	um 50	um 65 ?	
			3	29	45	25	um 45	um 45		
			4	29	60	30	50	um 60		
		coronalis	1	29	70	45-50	65-69	65-69		
			2	29	70	55	-	-		
			3	29-50	55	40	um 70	65		
		lambdoidea	1	30	70	45-50	nach 70	nach 65		
			2	30	70	50	nach 80	nach 80		
			3	30	-	65	sehr spät	sehr spät		

Dentes

Auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung sind die Zähne einer der härtesten Bestandteile des menschlichen Körpers und besitzen eine verhältnismäßig hohe Beständigkeit im Boden. An den Zähnen wurden zahlreiche Verfahren zur Altersbestimmung, so u.a. die Zahnzementannulation, die Wurzelidentintransparenz sowie Untersuchungen zu chemischen Veränderungen wie dem Fluoridgehalt im Dentin, entwickelt.

Ein weiterer Indikator für das Sterbealter ist die Zahnabrasion. Bei diesem Verfahren wird der Abrieb von Schmelz und Dentin beurteilt. Die Abrasion kann in Folge unterschiedlicher Nahrung und Kauverhaltens sehr große Variabilität aufweisen.

Die Abrasion wurde als Verfahren zur Altersbestimmung heftig diskutiert und kritisiert und wird heutzutage nur noch als Hilfsmittel zur Altersschätzung eingesetzt (Brettel 1986). Ihr Wert für die Rekonstruktion von Ernährungsgewohnheiten bleibt jedoch unbestritten (Wirth 2002).

Eine im Vergleich zur Abrasion genauere Methode ist die Wurzelidentintransparenz. Sie beschreibt die zunehmende Lichtdurchlässigkeit des Dentins, die sich, beginnend an der Wurzelspitze, während der dritten Lebensdekade, mit fortschreitendem Alter in Richtung der Zahnkrone ausbreitet (Bang und Ramm 1970; Olze et al. 2002).

Das gegenwärtig favorisierte Verfahren stellt die Zahnzementannulation (TCA = Tooth cementum annulation) dar. An der Zahnwurzel lassen sich im Querschnitt in abwechselnder Folge unter dem Lichtmikroskop helle und dunkle Schichten aus extrazellulärer Matrix erkennen. Die erste Schicht des Zements wird vor dem Zahndurchbruch angelagert, danach bilden sich weitere Zementringe im jährlichen Rhythmus um die Zahnwurzel. Die Anzahl der Ringe soll nach Addition des jeweiligen Durchbruchalters des Zahnes somit dem chronologischen Alter in Jahren entsprechen. Zahlreiche Autoren stellen die TCA als sehr zuverlässiges Verfahren dar (Stott et al. 1982; Großkopf 1990; Wittwer-Backofen et al. 2004). Der subjektive Fehler bei der Ermittlung der Ringanzahl soll durch die Entwicklung von Software, die das Auszählen automatisiert, verringert werden (Czermak et al. 2006).

Allgemeine kritische Ansätze zur Eignung der TCA für die Altersbestimmung wurden in Folge der ersten Untersuchungen laut, so ermittelten Lipsinic et al. (1986), Miller et al. (1988) und Jankauskas et al. (2001) deutlich höhere Abweichungen in der Anzahl der Zementringe vom chronologischen Alter.

2.3.2 Columna vertebralis

Die Veränderungen an der Wirbelsäule unterliegen starken individuellen Einflüssen, die meist degenerativer Natur sind. Insbesondere die Konstitution und die spezifischen Aktivitätsmuster

der jeweiligen Individuen können zu sehr unterschiedlichen Veränderungen führen. Die Wirbelkörper können im Verlauf des Alters in Folge der Demineralisation der Knochenbinnenstrukturen flacher und durch Randausziehungen breiter werden. Des Weiteren kommt es zur Ausbildung von Osteophyten an den Rändern der Wirbelkörper (Spondylosen) sowie an den kleinen Wirbelgelenken (Spondylarthrosen). Diese Veränderungen lassen sich in das Muster degenerativer Veränderungen einordnen und eignen sich daher nicht für die Altersschätzung. Am Os sacrum, sieht man von der Altersbestimmung subadulter Individuen ab, wurden keine Verfahren entwickelt.

2.3.3 Costae

Bei den morphologischen Untersuchungen zur Altersbestimmung der Rippen steht die Ossifikation der knorpeligen Anteile am sternalen Ende im Mittelpunkt (vgl. Abb. 3; Tab. 3). Analysen der sternalen Enden sind jedoch nur an einem Bruchteil des bodengelagerten Skelettmaterials möglich, da die Rippen und die feinen Knorpelverknöcherungen schnell vergehen. Untersuchungen sind jedoch an Funden wie Mumien oder Leichenfunden im gerichtsmedizinischen Kontext möglich. Befürwortet wird das Verfahren unter Berücksichtigung geschlechtsspezifischer Ossifikationsabläufe von Isçan et al. (1984; 1985). Dies wurde von Oettlé und Steyn (2000) bestätigt. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass gerade der Thorax sehr starken individuellen Belastungen ausgesetzt sein kann und diese auch Einfluss auf die Verknöcherung des Rippenknorpels nehmen (Rösing et al. 2005).

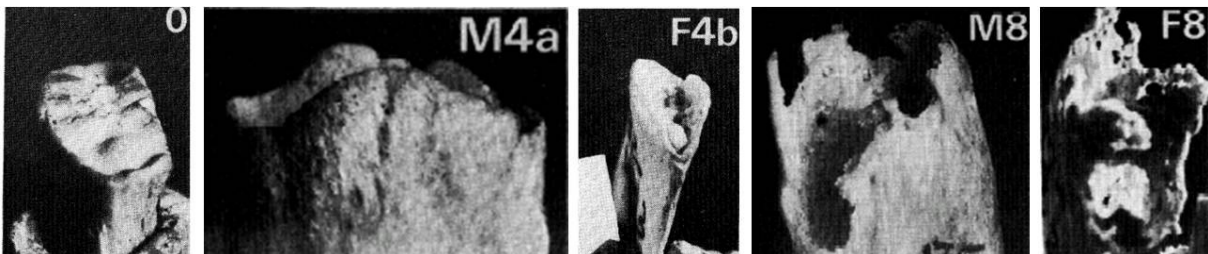


Abb. 3 Costae sternales Ende, altersspezifische Veränderungen (Isçan et al. 1984; Auszug)

2.3.4 Cingulum pectorale

Am Schultergürtel wurde versucht, an der Scapula Ansätze für die Altersbestimmung zu entwickeln. Diese umfassen vor allem degenerative Veränderungen im gelenknahen Anteil, an der Cavitas glenoidales, dem Acromion und atrophische Veränderungen an den Laminae scapulae (Graves 1922). Die Veränderungen sind jedoch zu variabel und werden für die Altersbestimmung nicht mehr genutzt (Kemkes-Grottenthaler 1993).

An der Clavicula vollzieht sich bis in das 3. Dezenium die Verwachsung der medialen Epiphyse (vgl. Abb. 4). Damit ist dieses Merkmal ein guter Indikator für die Schätzung des Ster-

bealter im Übergangsbereich der Altersgruppe Juvenis zu Adult (Szilvássy 1977; Owings 1981; Kreitner et al. 1998).

Tab. 3 Sternum und Costae - altersspezifische Veränderungen (İşcan et al. 1984; O'Neal et al. 1998; Kunos et al. 1999; Gautam et al. 2003 In: Fürst et al. 2006)

Alter in Jahren	Beschreibung der Merkmale
>15	Costae: drittes und viertes Sternumsegment vollständig verwachsen
>16	Costae: Gelenkfläche flach oder gefurcht mit einem regelmäßigen Rand und gerundeten Kanten; Knochen glatt, fest und kräftig, Epiphysen unverwachsen
17-18	Costae: Gelenkfläche mit beginnender amorpher Einbuchtung, Furchung noch möglich; Rand gerundet und regelmäßig, selten Auftreten von Zacken an den Kanten; Knochen noch glatt, fest und kräftig
18-25	Costae: Gelenkfläche - Grube tiefer mit angehender V-Form (durch die vorderen und hinteren Wände); Wände dick und glatt mit gezacktem oder leicht gewelltem Rand mit runden Kanten; Knochen fest und kräftig
>21	Sternum: Manubrium und Corpus sterni vollständig verwachsen
>25	Costae: Verwachsung des Caput costae mit dem Corpus
19-33	Costae: Grube vertieft mit U-Form, Wände noch recht dick mit gerundeten Kanten, einige Zacken noch vorhanden, Rand erscheint irregulärer; Knochen noch fest und kräftig
22-35	Costae: Tiefe der Grube zunehmend, noch mehr oder weniger U-förmig; Wände dünner, die Kanten noch rund; Rand irregulärer; Zacken nicht mehr zu finden; Knochen leichter mit geringfügigem Verlust an Festigkeit
28-52	Costae: Grube mit weiter U-Form, Wände zunehmend dünner, Kanten schärfer; Rand irregulärer; zunehmender Verlust an Knochendichte, Porosität möglich
32-71	Costae: Grube tief mit weiter U-Form, die Wände dünn, die Kanten scharf; Rand stark irregulär, Auftreten von Osteophyten; Knochen leichter, dünner und in der Grube porös
>35	Sternum: Verwachsung des Processus xiphoideus
40-55	Sternum: Verwachsung von Manubrium und Corpus
>50	Sternum: Verwachsung von Processus xiphoideus mit dem Corpus abgeschlossen
44-85	Costae: Grube tief mit sehr weiter U-Form, Wände dünn und fragil mit scharfen, irregulären Ecken und Auswüchsen; Knochen sehr leicht und spröde mit starker Porosität
44-85	Costae: Grube sehr tief mit sehr weiter U-Form, Boden der Grube kann fehlen oder von Osteophyten bedeckt sein, Wände extrem dünn, fragil und spröde mit starken irregulären Kanten und Osteophyten; Knochen insgesamt sehr leicht, dünn, spröde und porös; in den Wänden „Fensterbildung“ möglich (Auftreten großer Löcher)

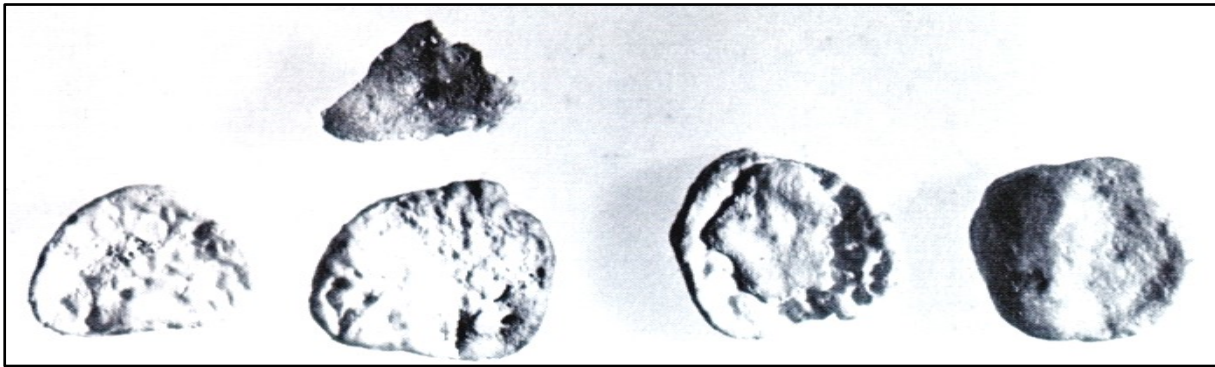


Abb. 4 Altersspezifische Veränderungen an der Extremitas medialis der Clavicula (Owings 1981)

3.3.5 Extremitas superiores

Sieht man von den altersspezifischen Veränderungen im histologischen Feinbau der Langknochen ab, vollziehen sich die deutlichsten Umbauprozesse im proximalen Anteil des Humerus.

Im Laufe des Lebens kommt es zu einer deutlichen Ausdehnung der Markhöhle. Dies wird durch den zunehmenden Verlust der Spongiosabälkchen und dem Abbau der Kompakta beginnend von endostal verursacht. Etwas verzögert dehnt sich die Markhöhle im Durchmesser aus. Im höheren Alter können sich deutliche Höhlen im Tuberculum major und dem Caput humeri bilden. Dieser Prozess kann soweit fortschreiten, dass nur noch die Hauptspongiosazüge, die Trajektorien, übrig bleiben. Parallel dazu finden periostale Knochenneubildungen statt. In den höheren Altersgruppen kommt es zu einer deutlichen Verringerung der Kompakta, da der Abbau von endostal durch den periostalen Aufbau nicht mehr kompensiert werden kann.

Diese Veränderungen lassen sich nicht invasiv mit Hilfe von Röntgenaufnahmen (Walker und Lovejoy 1985; Szilvássy und Kritscher 1990) und invasiv durch die Anfertigung von Sägelängsschnitten (Nemeskéri und Acsádi 1960; Szilvássy und Kritscher 1990) dokumentieren und graduieren. Nach Nemeskéri und Acsádi (1960) ist das Verfahren als einzelne Methode zu ungenau, da nur die mature Altersgruppe zuverlässig bestimmt werden kann.

2.3.6 Os coxae

Am Hüftbein (Os coxae) finden sich mehrere Strukturen, die Hinweise auf das Sterbealter eines erwachsenen Individuums liefern.

Crista iliaca

Die allmähliche Verwachsung der Crista iliaca (von anterior nach posterior) reicht bis weit in die adulte Altersgruppe hinein. Sie ist somit ein wichtiger Indikator für die Schätzung junger

Erwachsener (McKern und Stewart 1957). Die Verwachsung der Apophyse der Crista iliaca erfolgt bei Frauen und Männern unterschiedlich. Der Verwachsungsprozess kann durchschnittlich bis zum 25. Lebensjahr andauern (Owings 1981; GÜvener et al. 1984).

Facies symphysialis

Die sicherlich bedeutendsten morphologischen Kriterien zur Bestimmung des Sterbealters finden sich an der Facies symphysialis, den beiden an den Ossa pubica in der Schambeinfuge zugewandten Gelenkflächen. Während die Facies symphysialis bei jungen Erwachsenen von regelmäßigen transversal verlaufenden Wellenkämmen und Wellentälern bedeckt sind, werden die Täler im Laufe des Lebens aufgefüllt, so dass sich ein Plateau bilden kann. Am ventralen Rand kommt es zu einer zunehmenden Wallbildung, die etwas unterhalb der Symphysenoberfläche beginnt und dann fortschreitend das Oberflächenniveau erreicht oder darüber hinaus ragen kann. Am dorsalen Gelenkrand beginnt die Entwicklung im superioren Anteil und schreitet dann bis nach inferior fort. Ventraler Wall und dorsaler Rand können soweit aufgebaut werden, dass die ursprüngliche Gelenkfläche eingesenkt wirkt. Die älteren Symphysenflächen können starken Umbauprozessen ausgesetzt sein, dabei kommt es zu starken Osteophytenauflagerungen und irregulären Randumbauprozessen. Auf der Gelenkfläche kommt es zu Auflockerungen in der kompakten Oberfläche, sodass die Porosität zunimmt.

Die wichtigsten Grundlagen zur Untersuchung der altersspezifischen Veränderungen der Facies symphysialis wurden von Todd (1920; 1923) erarbeitet. Er entwickelte ein Schema, bei dem die Veränderungen der Symphysen in zehn Stadien eingeteilt wurden. Das Todd'sche Stadium „zehn“ endet mit der Altersgruppe 50 und älter, was in zahlreichen folgenden Untersuchungen kritisiert wurde (u.a. Brooks 1955; Boldsen et al. 2002). In der Folgezeit entstanden weitere Verfahren, die sich an dem Todd-System orientierten (u.a. Dokladal 1972; Meindl et al. 1985). Nemeskéri und Acsádi (1960) entwickelten im Rahmen der „Komplexen-Methode“ ein Verfahren zur Altersbestimmung an der Facies symphysialis mit einem 5-stufigen Modell. Im Rahmen der „Komplexen Methode“ war es auch möglich, Individuen mit einem Sterbealter über 50 Jahre zu bestimmen. Suchey et al. (1986) verkürzten das zehnphasige Todd-System auf fünf Phasen. Es wurde allerdings später, nach Studien verschiedener Methoden, wieder auf sechs Phasen erweitert. Auch wurde dem Geschlechtsdimorphismus in den Beschreibungen der Stadien sowie den stadienbezogenen Altersklassen stärker Rechnung getragen (Suchey 1979; Suchey und Katz 1986; Suchey et al. 1986). Brooks und Suchey (1990) erweiterten ihr Verfahren, indem sie das Skelettmaterial der vorangegangenen Arbeiten (Suchey 1979; Suchey et al. 1986) zusammenfassten und somit eine Stichprobe von 1225 Symphysen entstand. In Folge der hohen Stichprobenzahl und der verhältnismäßig eindeutigen Stadienbeschreibungen ist das Verfahren von Brooks und Suchey (1990) gegenwärtig das

Verfahren der Wahl zur Altersbestimmung mit Hilfe der *Facies symphysialis* (Rösing et al. 2005).

Einen anderen Ansatz verfolgten McKern und Stewart (1957). Die Autoren untersuchten gefallene Soldaten des Koreakrieges und entwickelten das sogenannte Komponentenmodell. Dabei werden das dorsale Plateau, der ventrale Wall und der Rand der Symphyse getrennt voneinander in jeweils sechs Stadien graduiert. Gilbert und McKern (1973) entwickelten ein entsprechendes System für die Altersbestimmung von weiblichen Individuen. Das Komponentenmodell lässt zudem die Altersbestimmung von schlecht bis fragmentiert erhaltenen *Ossa pubica* zu (Ludwig et al. 2003).

Bei den Untersuchungen an der *Facies symphysialis* wurden an mehreren Populationen starke Unterschiede in der zeitlichen Abfolge der Veränderungen ermittelt, was eine allgemeine, unkritische Übertragung auf die eigene Skelettserie unmöglich macht (Schmitt 2004). Insbesondere bei den älteren Verfahren wurde die Angabe der extrem engen Altersklassen heftig kritisiert (Forster 2003; Bruchhaus et al. 2005).

Facies auricularis

Obwohl die an der *Facies auricularis ossis ilii* auftretenden altersspezifischen Veränderungen bei weitem nicht so deutlich ausgeprägt sind wie die an der *Facies symphysialis*, wurden auch hier Verfahren zur Altersbestimmung entwickelt. Ein wesentlicher Vorteil dieser Struktur ist ein verhältnismäßig häufiges Vorkommen im historischen, bodengelagerten Skelettmaterial.

Die gängigen Verfahren untersuchen dabei die Veränderungen der Oberfläche im Bereich der *Facies auricularis* (Wellung, Streifung und Körnung), die Veränderungen der Oberfläche am Apex sowie die Veränderungen im Bereich der Retroauricularfläche (Lovejoy et al. 1985; Buikstra und Ubelaker 1994; Buckberry und Chamberlain 2002).

Eine der frühesten Untersuchungen zu den altersspezifischen Veränderungen an der *Facies auricularis* stammt von Lovejoy et al. (1985). Die Autoren verwendeten Material aus verschiedenen Sammlerserien (Todd- und Libben-Sammlung) sowie forensischen Fällen. Die Veränderungen der Merkmale werden in acht gemeinsamen Stadien beschrieben. Die angegebenen Altersklassen sind klar gegeneinander abgegrenzt. Die o. g. Autoren sprechen das Problem an, dass sich nicht alle Auricularflächen in eines der Stadien einordnen ließen, da oftmals Merkmale mehrerer Stadien gleichzeitig auftreten. Buikstra und Ubelaker (1994) modifizierten aus diesem Grund die Methode von Lovejoy et al. (1985), indem sie die Einzelmerkmale in primäre und sekundäre Merkmale einteilten. Diese Wichtung der Einzelmerkmale sollte die Einordnung in die einzelnen Stadien erleichtern. Buckberry und Chamberlain (2002) veröffentlichten eine weitere Methode zur Altersbestimmung an der *Facies auricularis*. Obwohl

sich die beschriebenen Strukturen an der Methode von Lovejoy et al. (1985) orientieren, kam es zu einigen Veränderungen. Das Auftreten von Wellung und Streifung wurde im Komplex „Transversale Organisation“ vereint. Die Veränderungen der Granulation (fein, grob oder verdichtet) wurde im Komplex „Textur“ beschrieben. Das Auftreten von Mikro- und Makroporosität und die Veränderungen am Apex wurden einzeln beurteilt. Die Beurteilung der Veränderungen erfolgt somit nicht mehr in gemeinsamen Stadien, sondern für jedes o. g. Merkmal sowie die jeweiligen Merkmalskomplexe gesondert. Zur Auswertung werden die Stadien der Einzelmerkmale addiert. Das Verfahren nach Buckberry und Chamberlain (2002) erzielt für die mature Altersgruppe genauere Ergebnisse als bei dem Verfahren nach Lovejoy et al. (1985; Muhlhorn und Jones 2005).

Einen weiteren Ansatz zur Altersbestimmung an der *Facies auricularis* entwickelten Igarashi et al. (2005). Für die Untersuchung werden 13 verschiedene Merkmale betrachtet (Furchung, Steifung, Körnung der Fläche, Oberflächenorientierung, feine Granula, grobe Granula, geringe und dichte Porosität, Randausziehungen, Lippung, Osteophytenbildung, Ankylose im Iliosacralgelenk). Für die Beurteilung erfolgt nur die Entscheidung, ob ein Merkmal vorhanden ist oder fehlt. Die Autoren haben Parameter zur Berechnung des Alters für Frauen und Männer getrennt und für beide Geschlechter zusammen entwickelt. Damit wird im Gegensatz zu den anderen an der *Facies auricularis* entwickelten Methoden der unterschiedlichen Entwicklung und anatomisch bedingten Belastung des Skelettes von Frauen und Männern Rechnung getragen.

Die *Facies auricularis* liefert unter Berücksichtigung der Variabilität der altersspezifischen Veränderungen brauchbare Ergebnisse (Falys et al. 2006; Storey 2007). Die Altersbestimmung an der *Facies auricularis* wird von einigen Autoren aufgrund der hohen Variabilität der Veränderungen und der daraus resultierenden weiten Altersspannen, insbesondere im forensischen Kontext, abgelehnt (Murray und Murray 1991).

Acetabulum

Im historischen Skelettmaterial befinden sich häufig vollständige oder zumindest Reste des Acetabulum. Rougé-Maillart et al. (2004) veröffentlichten in ihrer Studie erste Ansätze zur Altersbestimmung am Acetabulum. Es werden die Veränderungen an der Margo acetabuli, der Fossa acetabuli, an der *Facies lunata* und am Apex untersucht. Die Eignung von Strukturen am Acetabulum für die Altersbestimmung wurde auch in den weiterführenden Arbeiten von Rissech et al. (2006) bestätigt. Rissech et al. (2006) betonen, dass die Veränderungen eine Altersbestimmung über das gesamte Erwachsenenalter in verhältnismäßig engen Altersklassen ermöglichen.

2.3.7 Extremitas inferiores

Im proximalen Ende des Femurs laufen ähnliche Veränderungen ab, wie sie bereits für den Humerus beschrieben wurden. Im Laufe des Lebens kommt es zu einer deutlichen Ausdehnung der Markhöhle nach proximal. Dies wird durch den zunehmenden Verlust der Spongiosabälkchen und dem Abbau der Kompakta von endostal hervorgerufen. In den höheren Altersgruppen wird der kompakte Anteil aufgrund des verstärkten endostalen Abbaus verringert. Auch kommt es zu deutlichen Höhlenbildungen im Trochanter major, dem Collum und dem Caput femoris. Dieser Prozess kann soweit fortschreiten, dass nur die Hauptspongiosazüge, die Trajektorien, verbleiben.

Diese Veränderungen können röntgenologisch (Walker und Lovejoy 1985; Szilvássy und Kritscher 1990; Gehring et al. 2002) und durch die Anfertigung von Sägelängsschnitten (Nemeskéri und Acsádi 1960; Szilvássy und Kritscher 1990; Fischer und Wolf 1984) beurteilt werden. Einen metrischen röntgenologischen Ansatz entwickelte Ericksen (1979). Die Autorin erfasste die Veränderungen der Markhöhle unterhalb des Trochanter major mit Hilfe verschiedener Maße und Indices direkt auf den Röntgenbildern. Neben dem klaren Altersbezug beschrieb sie deutliche Geschlechtsunterschiede. So sollen die Veränderungen bei den Frauen wesentlich stärker sein.

Der Substanzverlust im proximalen Femurende ist auch ein Bestandteil der „Kombinierten Methode“ (Nemeskéri und Acsádi 1960). Dabei geben die Autoren an, dass die Altersbestimmung am Femur besser geeignet scheint als die am Humerus. Des Weiteren zeigen die Untersuchungen von Ericksen (1979), dass die strukturellen Veränderungen bei Männern deutlicher ausgeprägt sind.

2.3.8 Kombinierte Verfahren

Die Untersuchungen von Veränderungen einzelner Strukturelemente über das Alter machen deutlich, dass sich die Strukturen nicht in der gleichen Art und Weise über die Zeit verändern. Durch die Verwendung verschiedener Skelettabschnitte wird im Zusammenspiel eine Optimierung der Altersbestimmung erreicht (Bedford et al. 1983; Baccino et al. 1999).

In erster Linie ist dabei die „Kombinierte Methode“ (Nemeskéri und Acsádi 1960) zu nennen. Hier werden die Obliteration der Nähte des Schädeldaches, die Veränderungen im proximalen Anteil von Humerus und Femur sowie die Veränderungen an der Facies symphysialis zusammengefasst. Laut den Autoren ist es möglich, das Alter der Individuen mit einer Abwei-

chung von zwei Jahren zu schätzen, aber auch die Verwendung der einzelnen Skelettabschnitte vor allem bei schlechtem Erhaltungszustand ist möglich.

In der Transitions-Analyse werden Veränderungen am Schädeldach, der Facies symphysialis und der Facies auricularis zusammen untersucht (Boldsen et al. 2002). Dabei werden die einzelnen Strukturen nochmals in zahlreiche Komponenten aufgeteilt. So werden fünf verschiedene Nahtabschnitte am Neuro- und Viscerocranium (an jeweils ein cm Abschnitten), an der Facies symphysialis fünf Komponenten und an der Facies auricularis (inklusive des posterioren Anteils des Os ilium) neun einzelne Merkmale beurteilt. Die Autoren entwickelten eine Software, mit deren Hilfe es möglich ist, unter Berücksichtigung von Geschlecht, ethnischer Zugehörigkeit und Zeitstellung (rezent, historisch), individuelle Altersspannen für die einzelnen Individuen zu ermitteln. Dabei ist es nicht notwendig, dass alle Anteile des Skelettes für die Materialaufnahme zur Verfügung stehen. Im Gegensatz zu allen bisher genannten Methoden wird hier keine Altersspanne basierend auf Mittelwert/Median und Standardabweichung der Referenzpopulation verwendet. Die Altersangaben beruhen auf dem wahrscheinlichkeitstheoretischen Ansatz nach dem Rostocker Protokoll (Hoppa und Vaupel 2002), bei dem das „Mittlere wahrscheinliche Alter“ auf Grund der jeweiligen Kombination der morphologischen Merkmale ermittelt wird.

Aiello und Molleson (1993) kombinierten histologische, quantitative Verfahren mit den Veränderungen an der Facies symphysialis und erreichten damit eine Optimierung der Altersbestimmung.

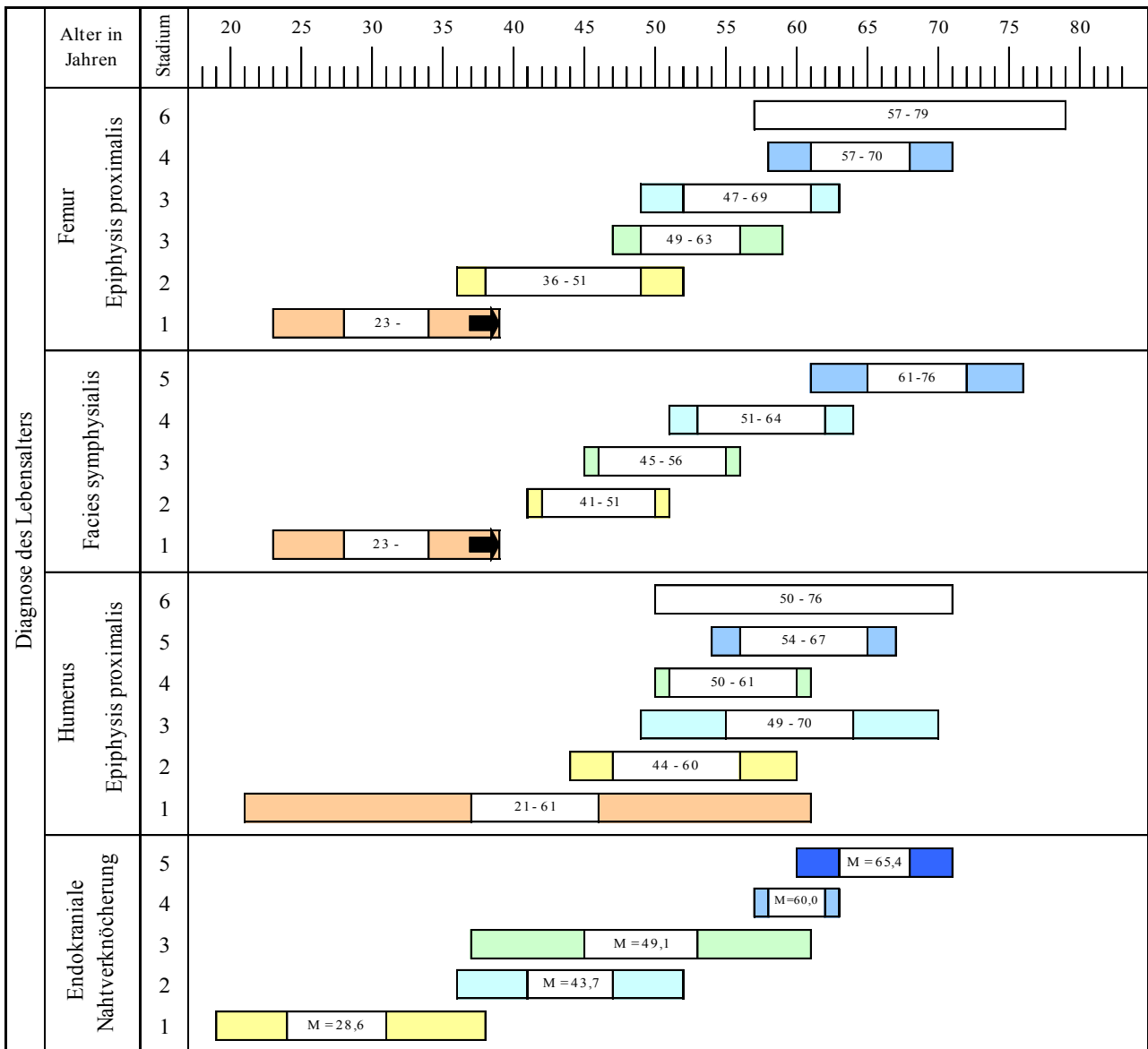


Abb. 5 Altersspannen der einzelnen Skelettabschnitte der Komplexen Methode (Nemeskéri und Acsádi 1960)

2.3.9 Histologische Verfahren

In allen Skelettserien wurden nahezu die gleichen Umbauprozesse im histologischen Bild beschrieben. So werden die Knochenanteile als Faserknochen angelegt und dann sukzessiv in lamelläres Knochengewebe umgebaut. Dabei liegen in den Röhrenknochen gleichzeitig linear-lamelläre und konzentrisch-lamelläre Anteile vor (vgl. Abb. 6). Im Verlauf des Lebens kommt es im kompakten Knochenanteil zum Ersatz des linear-lamellären durch konzentrisch-lamelläres Knochengewebe (Ortner und Putschar 1985; Bruchhaus 1987; Kaiser 1996).

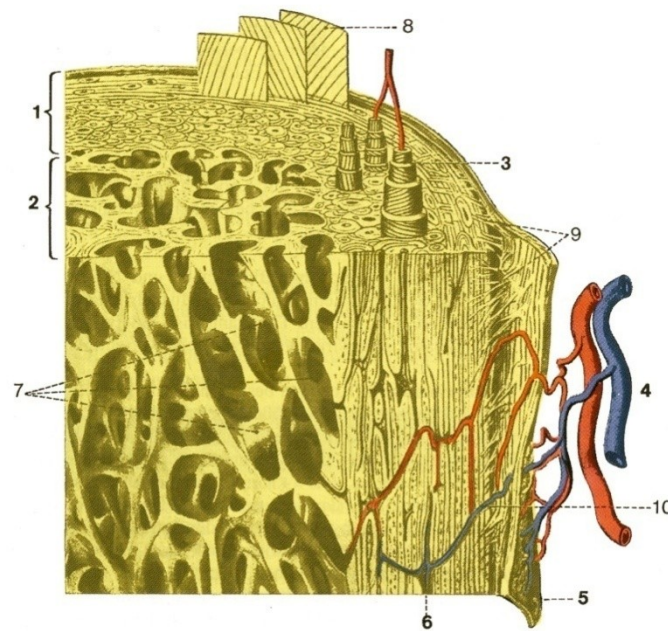


Abb. 6 Histologischer Feinbau eines Langknochens (1-Substantia compacta; 2-Substantia spongiosa; 3-Osteon; 4-Blutgefäße; 5-Periosteum; 6-Havers-Kanal; 7-Erweiterte Havers-Kanäle in der Spongiosa; 8-Äußere Generallamelle; 9-Sharpey-Fasern; 10-Volkmann-Kanal; Lippert 2000)

Eine der frühesten Verfahren zur Altersbestimmung mit Hilfe von Mikrostrukturen entwickelte Kerley (1965) an Knochenproben der Schaftmitte von Femur, Tibia und Fibula. Am Femur wurden die Areale anterior, posterior, medial und lateral am periostalen Knochenrand untersucht. Das posteriore Areal liegt genau auf der Linea aspera, die in Folge des starken Muskelzuges als sehr umweltlabil eingeschätzt wird (Ahlqvist und Damsten 1969). Im Sichtfeld des Lichtmikroskops wurden bei 100facher Vergrößerung Osteonen, Osteonfragmente und Nicht-Haverssche Kanäle gezählt und der prozentuale Anteil der äußeren Generallamellen geschätzt. Nach weiteren Untersuchungen wurden die Feldgrößen von Kerley und Ubelaker (1978) auf 1,62 mm bzw. 2,06 mm Durchmesser korrigiert. Ahlqvist und Damsten (1969) modifizierten die Methode von Kerley (1965) und untersuchten Femurdiaphysen im Querschnitt. Die Areale lagen nun ebenfalls periostal, aber zwischen denen von Kerley (1965), womit das häufig kritisierte Feld an der Linea aspera umgangen wurde. Die Knochenproben wurden dekalzifiziert und quadratische Felder (1x1mm) an den einzelnen Arealen angelegt. Das quadratische Feld wurde durch ein Gitternetz mit 10 mal 10 Feldern geteilt. Danach erfolgten die Auszählung der Felder, die mehr als zur Hälfte mit Osteonen bzw. Osteonfragmenten gefüllt sind sowie die Bestimmung des prozentualen Anteils der Generallamellen.

Die Verfahren von Kerley (1965) sowie Ahlqvist und Damsten (1969) bildeten die Grundlage für zahlreiche Arbeiten zur histologischen Sterbealtersbestimmung (Bouvier und Ubelaker 1977; Stout und Gehlert 1982; Uytterschaut 1985; Thomas et al. 2000; Stout und Stanley 1991). Auch an den Costae und der Clavicula wurden histologische Untersuchungen durchgeführt, bei denen die Ergebnisse sehr eng mit dem chronologischen Alter korrelierten

(Stout und Paine 1992; Stout 1988; Dudar et al. 1993). Cho et al. (2002) weisen auf starke populationsbedingte Unterschiede hin. Weitere kritische Äußerungen zum quantitativen Verfahren wurden u.a. bei den Untersuchungen der Osteonendichte der Rippen laut, da die Ergebnisse der Bestimmungen sehr weit vom chronologischen Alter abwichen (Pratte und Pfeiffer 1999).

Bei dem Verfahren von Singh und Gunberg (1971) wird nicht mehr der gesamte Knochenquerschnitt benötigt. Die Autoren untersuchten Anteile des anterioren Teils der Diaphysenmitte von Femur und Tibia und vom posterioren Rand des Mandibularbogens. Es werden die Gesamtanzahl der Osteone, die durchschnittliche Zahl der Lamellen pro Osteon und der durchschnittliche Havers-Kanal-Durchmesser bestimmt. Erwähnenswert ist, dass die Ergebnisse an der Mandibula am engsten mit dem chronologischen Alter korrelieren. Aufgrund einer verhältnismäßig kleinen Stichprobe sowie der nach dem Zufallsprinzip festgelegten anterioren Areale, wurde das Verfahren heftig kritisiert (Stout und Gehlert 1980; Lazenby 1984; Uytterschaut 1985).

Der Großteil der Untersuchungen beschränkt sich auf die Mitte der Diaphyse der Langknochen. Chan et al. (2007) zeigten, welche gravierenden Folgen eine Abweichung von der Diaphysenmitte nach proximal bzw. distal hat. Die histo-morpho-metrischen Parameter zeigten dann signifikante Abweichungen vom tatsächlichen Alter.

Die geschlechtsspezifischen Veränderungen in der Mikrostruktur des Knochens werden sehr unterschiedlich diskutiert. Kerley (1965) und Ahlqvist und Damsten (1969) beschrieben keine Geschlechtsunterschiede, während Singh und Gunberg (1971), Thompson (1980) und Ericksen (1991) eine Optimierung der Sterbealtersbestimmung bei Berücksichtigung des Geschlechts favorisieren.

Die bisher beschriebenen histologischen Verfahren verfolgen alle einen metrisch-quantitativen Ansatz. Da dies im bodengelagerten Material auf Grund des schlechten Erhaltungszustandes oftmals nicht möglich ist, entwickelte Großkopf (2004) einen Ansatz, mit dem zumindest die anthropologischen Großgruppen bestimmt werden konnten (vgl. Abb. 7). Nach Großkopf (2004) ist die Knochenbinnenstruktur juveniler Individuen durch einen hohen Anteil lamellärer Strukturen gekennzeichnet. Die Form der Osteone ist sehr unregelmäßig, partiell können sie perlschnurartig angeordnet sein. Schaltlamellen sind in der Regel noch nicht vorhanden. Der Anteil lamellärer Strukturen nimmt von der frühadulten zur spätadulten Altersklasse ab. In der frühadulten Altersklasse sind im Knocheninneren noch lamelläre Bereiche erkennbar, in der spätadulten Altersklasse beschränkt sich dies auf die periostseitige äußere Generallamelle. Die Haversschen Systeme sind in Form und Größe relativ unregelmäßig. Im Verlauf der adulten Altersklasse werden die Haversschen Systeme gleichmäßiger, die An-

zahl der Schaltlamellen nimmt zu. Die Binnenstruktur in der murenen Altersklasse ist durch ihre Homogenität gekennzeichnet. Die Form und Größe der Osteone ist gleichmäßig, die Packungsdichte hoch. Reste der äußeren Generallamelle lassen sich nur noch vereinzelt bei frühmaturen Individuen beobachten. In der spätmaturen Altersstufe treten vereinzelt Resorptionslakunen im endostalen Bereich auf. Senile Individuen weisen große Resorptionslakunen auf, die Haversschen Kanäle sind groß und unregelmäßig. Mit zunehmendem Alter sind die Resorptionslakunen auch im periostalen Bereich zu beobachten (Großkopf 2004).



Abb. 7 Histo-morphologische Veränderungen – juvenil, adult, matur, senil (von links nach rechts; Großkopf 2004)

Insbesondere bei der Bearbeitung von Leichenbrand sind histo-morphologische Untersuchungen oft die einzigen Möglichkeiten, Angaben zum Sterbealter eines Individuums abzuleiten. Bei der gesamten qualitativen und quantitativen Betrachtung der Mikrostrukturen ist zu berücksichtigen, dass pathologische Veränderungen, wie z. B. Osteoporose, starke Einflüsse haben und damit die Möglichkeiten der Altersbestimmung stark einschränken (Agarwal et al. 2004; Doppler et al. 2006).

3 Problemstellung

Die gegenwärtig für die Altersbestimmung genutzten Verfahren unterscheiden sich gravierend in den Graduierungen der morphologischen Veränderungen sowie den angegebenen Altersspannen. Des Weiteren existieren trotz der zahlreichen Einzelstudien zu den verschiedenen Methoden bzw. Skelettabschnitten kaum Arbeiten, die sich mit mehreren Skelettabschnitten befassen und die erhobenen Daten im methodisch einheitlichen Vorgehen auswerten, um damit ein höheres Maß an Vergleichbarkeit zu erhalten (vgl. u.a. Kemkes-Grottenthaler 1993; Rösing et al. 2005).

Daraus resultierend liegt der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit in einer umfangreichen Untersuchung der altersspezifischen Veränderungen am Skelett und der daraus folgenden Evaluierung der gängigen Verfahren zur Sterbealtersbestimmung. Soweit am vorliegenden Skelettmaterial möglich, werden methodische Ansätze modifiziert und auf eine Optimierung für die Altersbestimmung getestet und Empfehlungen zur Anwendbarkeit der jeweiligen Verfahren erarbeitet.

Dafür erfolgen die Untersuchungen am Cranium mit der Obliteration der Schädelnähte, den Veränderungen an der Extremitas sternalis der Clavicula, am Os coxae mit den Veränderungen an der Facies symphysialis, der Facies auricularis und dem Acetabulum, der Facies auricularis des Os sacrum, den Veränderungen der Spongiosa im proximalen Anteil von Humerus und Femur sowie den Veränderungen der Mikrostrukturen im Diaphysenbereich von Femur, Tibia, Fibula und Humerus.

Die Voraussetzung für diese Untersuchungen ist dabei die genaue Kenntnis der Variationsbreite der altersspezifischen Veränderungen. Da diese zumeist als morphologische Merkmale beschrieben werden, muss der subjektive Faktor bei der Graduierung der Merkmale während der Materialaufnahme minimiert werden. Dies ist jedoch nur bei Untersuchungen an altersbekanntem Skelettmaterial möglich (Bruchhaus et al. 2005). Die Grundlage der Analysen der altersspezifischen Veränderungen erfolgte für die vorliegenden Untersuchungen anhand von altersbekanntem Skelettmaterial (20. Jahrhundert) der osteologischen Sammlung des Institutes für Humangenetik und Anthropologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena.

Aufbauend auf die Validierung der altersspezifischen Veränderungen sowie die Ergebnisse der Untersuchungen am altersbekanntem Material erfolgt die Altersbestimmung der Individuen des Gräberfeldes Dresden-Briesnitz. Unter der Nutzung der Informationen zum Sterbealter und den Angaben zum Geschlecht sowie den morpho-metrischen Daten wird die Gräberfeldbereinigung dieses mittelalterlichen Gräberfeldes durchgeführt. Das heißt, es wird die

gesicherte Zusammenführung von Skelettabschnitten erfolgen, die während der langen Bestattungszeit gestört oder während der archäologischen Ausgrabung getrennt wurden.

In Folge der Gräberfeldbereinigung ist die paläodemographische Rekonstruktion des Sterbeverhaltens dieser Population möglich und damit Rückschlüsse auf die Lebensverhältnisse der damaligen Menschen (Acsádi und Nemeskéri 1970). Mit Hilfe der Analysen der Altersstrukturen der Gruppe können Aussagen zu den Lebensbedingungen der damaligen Bewohner von Dresden-Briesnitz abgeleitet werden.

Mit der Erarbeitung der paläodemographischen Strukturen von Dresden-Briesnitz wird eine weitere Lücke bei der Rekonstruktion der Bevölkerungsentwicklung im östlichen Raum des Mittelbe-Saalegebietes für das 10. bis 13. Jahrhundert geschlossen werden. Die Rekonstruktion der Bevölkerungsstrukturen des Mittelbe-Saalegebietes stellt die grundlegende Zielstellung der anthropologischen Arbeit am Institut für Humangenetik und Anthropologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena dar.

Zusammenfassend sind damit die Zielstellungen der vorliegenden Arbeit:

- Untersuchung der altersspezifischen Veränderungen am altersbekanntem, rezenten Skelettmaterial zur Validierung der Verfahren zur Altersbestimmung und aufbauend darauf die Erarbeitung von Empfehlungen für die Altersbestimmung, mit Hilfe des direkten Vergleiches zwischen chronologischem Alter und den Veränderungen der altersspezifischen Merkmale
- Untersuchung der altersspezifischen Veränderungen am historischen Skelettmaterial, mit Hilfe des Vergleiches zwischen den altersspezifischen Veränderungen an der Facies symphysialis sowie den histologischen Veränderungen im Femur und den Veränderungen der altersspezifischen Merkmale des verbleibenden Skeletts
- Altersbestimmung der Individuen des Gräberfeldes Dresden-Briesnitz, mit Hilfe der validierten Methoden
- Rekonstruktion der Altersstruktur des Gräberfeldes Dresden-Briesnitz, auf der Basis der Individualdaten der Skelettindividuen.

4 Methodik

4.1 Material

Für die Untersuchungen der altersspezifischen Veränderungen standen zwei Skelettserien der Osteologischen Sammlung des Institutes für Humangenetik und Anthropologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena zur Verfügung. Dabei handelt es sich zum einen um rezentes Skelettmaterial und zum anderen um die Skelettfunde des Gräberfeldes Dresden-Briesnitz. Für die abschließenden demographischen Analysen wurden die subadulten und erwachsenen Individuen verwendet.

4.1.1 Rezentes Skelettmaterial

Bei den rezenten Skeletten bzw. Einzelknochen handelt es sich um Material aus dem Mittel-Elbe-Saalegebiet, bei dem das chronologische Alter und das Geschlecht der Individuen bekannt sind. Da im Rahmen der forensischen Untersuchungen der Leichen immer nur Einzelknochen entnommen wurden, stehen für die vorliegenden Untersuchungen nur Einzelknochen zur Verfügung (vgl. Tab. 4). Entsprechend dem Stand der meisten osteologischen Sammlungen besteht auch im vorliegenden, rezenten Material ein Übergewicht der Altersgruppen der über 40-jährigen während die jungen Erwachsenen etwas unterrepräsentiert sind.

Tab. 4 Übersicht über die Anzahl des Materials der rezenten Serie

Skelettabschnitt	Geschlecht	Alter							Gesamt
		>19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70<	
Crania	Männer	1	2	2	4	5	11	18	43
	Frauen	1	4	6	5	8	5	12	41
	Gesamt	2	6	8	9	13	16	30	84
Calotten	Männer	9	15	12	13	15	16	29	109
	Frauen	4	14	11	12	15	19	31	106
	Gesamt	14	29	23	25	30	35	60	216
Claviculae	Männer	1	2	7	6	6	2	0	24
	Frauen	2	2	5	2	3	1	2	17
	Gesamt	3	4	12	8	9	3	2	41
Ossa coxae	Männer	2	4	7	7	8	5	4	37
	Frauen	2	1		1	2	4	3	13
	Gesamt	4	5	7	8	10	9	7	50
Femura	Männer	6	8	1	3	11	5	13	47
	Frauen	1	2	1	2	10	6	14	36
	Gesamt	7	10	2	5	21	11	27	83

4.1.2 Skelettmaterial von Dresden-Briesnitz

Bei dem Gräberfeld Dresden-Briesnitz handelt es sich um einen Friedhof aus dem Mittelalter (10. bis 13. Jahrhundert). Der Fundort liegt zwischen Meißen und Dresden, direkt am Steilhang zur Elbe (Abb. 8).

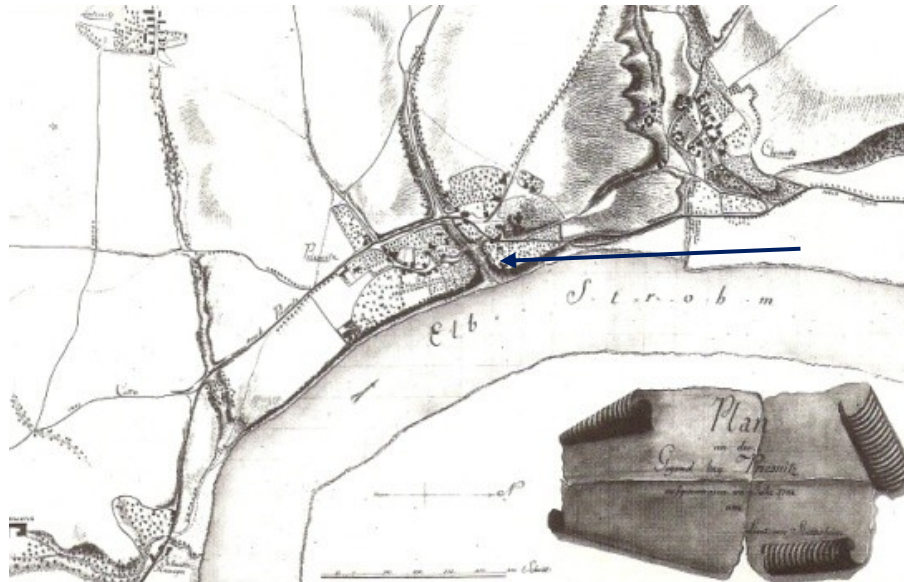


Abb. 8 Übersichtskarte des Fundortes (Pfeil) Dresden-Briesnitz (Wagner 1994)

Da die Bestattungsfläche aufgrund der umgebenden Wallstrukturen begrenzt war, wurden viele Grablegen mehrfach genutzt. Dadurch wurden bis zu 10 Individuen in einzelnen Gräbern bestattet. Obwohl der Friedhof als einer der ersten Reihengräberfriedhöfe im sächsisch-slawischen Umfeld angesprochen wurde (Wagner 2007), lagen zahlreiche Gräber in einem stark gestörten und verwühlten Zustand vor.

Im Rahmen der Bearbeitung der Funde von Dresden-Briesnitz entstanden zahlreiche Qualifikationsarbeiten, die sich insbesondere bei den erwachsenen Individuen mit der Bearbeitung einzelner Skelettabschnitte bzw. von Einzelknochen mit Aspekten der Individualanalyse beschäftigten (vgl. u.a. Liss 2002; Forster 2003; Beberhold 2003; Biedermann 2003; Michaelis 2003; Otto 2005; Ullrich 2007; Volkmann 2007).

4.2 Methoden

Da die verschiedenen Methoden, soweit möglich, zuerst am rezenten Material angewendet wurden, konnte bei der Bearbeitung der historischen Skelette von Dresden-Briesnitz auf die Verfahren verzichtet werden, bei denen keine verwendbaren Ergebnisse ermittelt wurden. Am historischen Skelettmaterial wurden an den jeweiligen Strukturen mehrere Verfahren angewendet, um Aussagen zur Eignung der jeweiligen Methoden bei schlechterem Erhaltungszustand abzuleiten.

4.2.1 Materialaufnahme

Die Aufnahme der altersspezifischen Veränderungen erfolgte an zahlreichen Abschnitten des Skelettes. Es wurden die Obliteration der Nähte des Schädels, die Verwachsung der medialen Epiphyse der Clavicula, die Veränderungen an der Facies symphysialis, Facies auricularis und des Acetabulum am Os coxae, der Umbau im proximalen Ende von Humerus und Femur sowie die histo-morphologischen Veränderungen in den Diaphysen von Femur, Tibia, Fibula und Humerus beurteilt. Als kombiniertes Verfahren wurde die Transitions-Analyse eingesetzt. Die am vorliegenden Skelettmaterial eingesetzten Methoden zeigt Tab. 5. Die Verfahren zur Beurteilung der altersspezifischen Veränderungen werden im Folgenden kurz vorgestellt.

Tab. 5 Methoden, die an der rezenten Serie und am Material von Dresden-Briesnitz angewendet wurden

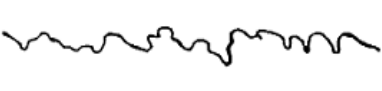
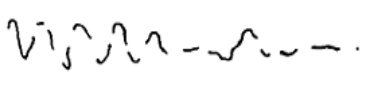


Verwendete Methoden			rezente Serie	Dresden-Briesnitz
Obliteration der Schädelnähte	Nemeskéri u. Acsádi (1960)	Tabula externa	X	X
		Tabula interna	X	X
	Meindl u. Lovejoy (1960)		X	X
Clavicula - Extremitas sternalis	Szilvassy (1977)		X	X
	Owings (1981)		X	X
Humerus - proximales Ende				X
Os coxae - Facies symphysialis	Todd (1920)		X	X
	Nemeskéri u. Ascádi (1960)		X	X
	McKern u. Stewart (1957)		X	X
	Gilbert u. McKern (1973)		X	X
	Brooks u. Suchey (1990)		X	X
Os coxae - Facies auricularis	Lovejoy et al. (1985)		X	X
	Buckberry u. Chamberlain (2002)		X	X
	Igarashi et al. (2005)		X	
Os coxae - Acetabulum	Rougé-Maillart et al. (2004)		X	X
Os sacrum - Facies auricularis				X
Femur - proximales Ende				X
Histologie	Femur		X	X
	Tibia			X
	Fibula			X
	Humerus			X
Transitions-Analyse			X	X

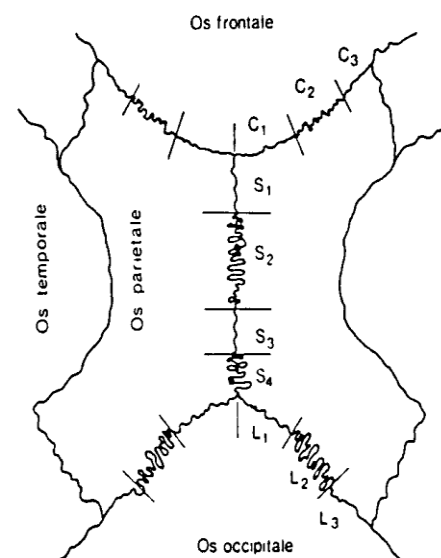
4.2.1.1 Cranium - Obliteration der Nähte

Die Obliteration wurde nach den Verfahren von Nemeskéri und Acsádi (1960) und Meindl und Lovejoy (1985) aufgenommen.

Die Veränderungen nach Nemeskéri und Acsádi (1960) werden in fünf Stadien an der Tabula interna und der Tabula externa beurteilt (Tab. 6).

Tab. 6 Stadien der Obliteration sowie Übersicht über Lokalisation der beurteilten Nahtabschnitte nach Nemeskéri und Acsádi (1960)

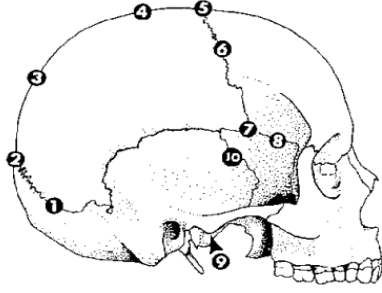
Stadium	Beschreibung	Skizze
0	Naht offen (durchgängig offen, nicht obliteriert)	
1	beginnender Verschluss (maximal 25% verstrichen)	
2	Verschluss im Verlauf (mehr als 25% bis maximal 75% verstrichen)	
3	fortgeschrittener Verschluss (mehr als 75% verstrichen)	
4	Nahtverschluss (vollständig verstrichen)	



Nach der Aufnahme der jeweiligen Abschnitte können durch die Berechnung der Mittelwerte der jeweiligen Stadien Obliterationskoeffizienten ermittelt werden.

Bei dem Verfahren nach Meindl und Lovejoy (1985) werden die Nähte nur von ectocranial (Tabula externa) beurteilt. Die Materialaufnahme erfolgt an 1 cm großen Nahtabschnitten am Schädeldach (sog. „Schädeldachsystem“) und an Nahtabschnitten des Gesichtsschädels (sog. „Vorderer Nahtkomplex“; vgl. Tab. 7). Die Graduierung des Nahtverschlusses und der Verstrichung wird in vier Stadien beurteilt.


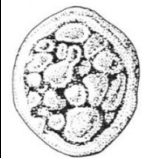

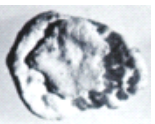
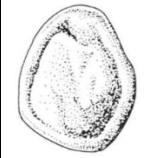
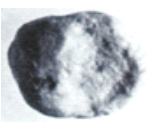
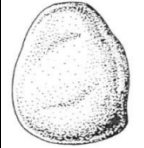
Tab. 7 Nahtabschnitte nach Meindl und Lovejoy (1985)

Schäeldachsystem	Übersicht	Vorderer Nahtkomplex
(1) Sutura lambdoidea (Mitte)		(6) Sutura coronalis (Mitte)
(2) Lambda		(7) Pterion
(3) Obelion		(8) Sutura sphenofrontalis
(4) Sutura sagittalis (anterior)		(9) Sutura Sphenotemporalis inferior
(5) Bregma		(10) Sutura Sphenotemporalis superior
(6) Sutura coronalis (Mitte)		
(7) Pterion		

4.2.1.2 Clavicula

Die Veränderungen der Extremitas medialis der Clavicula wurden nach den Verfahren von Szilvassy (1977) und Owings (1981) beurteilt. Dabei wird die Ausprägung und Verwachsung der medialen Epiphyse graduiert (Tab. 8).

Tab. 8 Clavicula - Stadien der Verwachsung der medialen Epiphyse


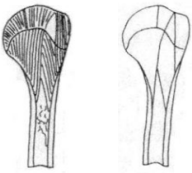

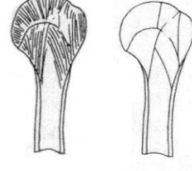

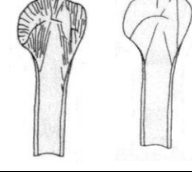

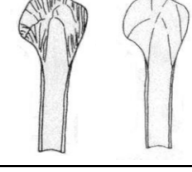

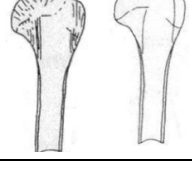

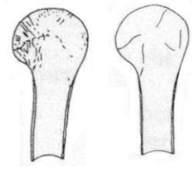

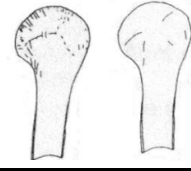
Owings (1981)			Szilvassy (1977)		
Stadium	Beschreibung	Skizze	Stadium	Beschreibung	Skizze
1	keine Fusion, ohne Epiphyse		1	Die Oberfläche ist ausgeprägt gekörnt, es finden sich Einkerbungen und Jochbildungen bis ca. 2 mm zum Rand der Gelenkfläche.	
2	keine Fusion, Epiphyse ausgebildet				
3	Fusion, unvollständig		2	Die ursprüngliche Form der Fläche ist verschwunden, die Oberfläche ist jetzt glatt und zeigt eine scharfe Grenzlinie bis ca. 1 bis 2 mm vom Rand.	
4	Fusion, vollständig		3	Die Oberfläche ist völlig glatt, die Grenzlinie am Rand der Fläche ist verschwunden.	

4.2.1.3 Humerus

Am Humerus wurde der Spongiosaabbau im proximalen Ende des Knochens untersucht. Dazu wurden Sägeschnitte angefertigt. Der Knochen wurde in Transversalebene gesägt, sodass das Caput humeri und das Tuberculum majus in der Mitte gesägt wurden.

Die Beurteilung der Spongiosastruktur erfolgte durch Kombination der Verfahren nach Nemeskéri und Acsádi (1960) und Szilvássy und Kritscher (1990; Tab. 9).

Tab. 9 Humerus - altersspezifische Veränderungen (Acsádi und Nemeskéri 1970; Szilvássy und Kritscher 1990)

Stadien	Beschreibung	Beschreibung	
		Nemeskéri u. Acsádi (1960)	Szilvássy u. Kritscher 1990
1	Die Markhöhlenkuppe liegt tief unter dem Collum chirurgicum, die Spongiosa ist sehr dicht, Höhlen sind nicht erkennbar, alle Trajektorien sind klar erkennbar, der Cortex ist sehr dick.		
2	Die Markhöhlenkuppe reicht bis an das untere Ende des Collum, die Spongiosa ist dicht, es finden sich geringe Auflockerungen im Tuberculum majus, die Trajektorien sind klar erkennbar, aber mit sehr geringem Verlust der Strukturen, der Cortex ist dick.		
3	Die Markhöhlenkuppe reicht über das Collum, die Spongiosa ist aufgelockert, kleine Höhlen treten im Tuberculum majus auf, nur die ursprüngliche Ausrichtung der Trajektorien ist noch erkennbar, der Cortex ist noch dick.		
4	Die Markhöhlenkuppe reicht bis an die Epiphysenlinie, die Spongiosa erscheint stark aufgelockert, große Höhlen finden sich im Tuberculum majus, auch in der Epiphyse beginnen sich Höhlen zu bilden. Trajektorien sind nur noch in den Randzonen schwach erkennbar, der Cortex ist nur noch moderat dick.		
5	Die Markhöhlenkuppe reicht über die Epiphysenlinie in das Tuberculum majus, die Spongiosa ist stark aufgelockert, die Höhle des Tuberculum majus ist mit der Markhöhlenkuppe verbunden, Trajektorien sind nur noch am Rand schwach erkennbar, der Cortex ist dünn.		
6	Die Markhöhlenkuppe reicht bis an die proximale Grenze des Cortex, es sind nur noch Reste der Spongiosa vorhanden, die Höhlen sind sehr groß, die Trajektorien sind kaum noch sichtbar, der Cortex ist sehr dünn.		
7	Die Markhöhlenkuppe reicht fast komplett in den Caput, die Spongiosa ist nur noch am Rand schwach erkennbar, die Höhlenbildung ist übermäßig, Trajektorien sind nicht mehr erkennbar, der Cortex ist sehr dünn.		

4.2.1.4 Os coxae

Am Os coxae wurden die Facies symphysialis, die Facies auricularis sowie die Veränderungen am Acetabulum beurteilt.

Facies symphysialis




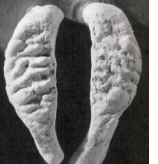














Die altersspezifischen Veränderungen an der Facies symphysialis wurden nach den Methoden von Todd (1920), McKern und Stewart (1957), Nemeskéri und Acsádi (1960), Gilbert und McKern (1973) und Brooks und Suchey (1990) aufgenommen (Tab. 10 bis Tab. 14).

Das Verfahren nach McKern und Stewart (1957) findet für die Veränderungen an Männern und die Methode von Gilbert und McKern (1973) für die Frauen Verwendung.
















Tab. 10 Facies symphysialis - altersspezifische Veränderungen nach Nemeskéri und Acsádi (1960)

Stadien	Beschreibung der Merkmale	Stadien	Beschreibung der Merkmale
1	Die Oberfläche ist konvex gewölbt, horizontal deutlich gerippt und gefurcht, der Übergang in den oberen und unteren Schambeinast ist bogig und glatt.	4	Die Oberfläche der Facies ist glatt, ein scharfer Grat hat sich entlang des ventralen und dorsalen Randes gebildet, ein spitzer Winkel gegen den Ramus ossis ischii inf. entsteht.
2	Die Rippung der Oberflächenstruktur schwindet langsam und wird flacher, am ventralen und dorsalen Rand findet sich leichte Kantenbildung, eine Begrenzung gegen die Rami entsteht.		
3	Von der horizontalen Oberflächenstruktur sind nur noch granuläre Reste übrig, eine durchgehende schwache Kante (Grat) entsteht am ventralen und dorsalen Rand, an den Rami ein scharf abgegrenzter Rand.	5	Die glatte Oberfläche ist teilweise konkav eingesunken und erscheint porös und geschrumpft. Sie wird komplett von einem gut entwickelten Grat umgeben.



















Tab. 11 Facies symphysialis - altersspezifische Veränderungen nach Todd (1920; In: White und Folkens 2005)

Stadium	Beschreibung	Abbildungen	
1	Die Oberfläche ist uneben mit horizontalen Rippen, geteilt durch Furchen, es sind keine Knötchen vorhanden, ebenso keine Randbildungen oder Ausprägung von Extremitäten (= „Auswüchse“ von Knochen am oberen und unteren Ende der Facies symphysialis)		
2	Die Oberfläche ist uneben mit Rippen. Furchen werden nahe des dorsalen Randes mit Knochen aufgefüllt und beginnen die Rippen zu überdecken, epiphyseale Knötchen verschmelzen mit der Oberfläche, der dorsale Knochensaum beginnt sich zu entwickeln, ebenso die ventrale Abschrägung. Noch sind keine Extremitäten vorhanden.		
3	Rippen und Furchen verschwinden zunehmend, das dorsale Plateau entwickelt sich, Knötchen treten auf. Der dorsale Rand und die ventrale Abschrägung werden zunehmend deutlicher. Noch sind keine Extremitäten vorhanden.		
4	Die ventrale Abschrägung ist stark ausgeprägt, Rippen und Furchen werden immer undeutlicher, der dorsale Rand und das dorsale Plateau sind deutlich vorhanden. Die untere Extremität wird verstärkt abgegrenzt.		
5	Der dorsale Rand und die untere Extremität werden immer deutlicher, Beginn der Entwicklung der oberen Extremität.		
6	Deutliche Zunahme der Entwicklung der Extremitäten, der ventrale Wall wird vervollständigt, die Oberfläche wirkt granuliert, noch ist keine Lippenbildung sichtbar.		
7	Die Oberfläche ist unverändert, aber Ligamentansätze zeigen beginnende Verknöcherung.		
8	Die Oberfläche ist glatt und inaktiv, die ovale Umrahmung ist meist vollständig, Extremitäten sind deutlich abgegrenzt. Der Rand ist noch nicht eindeutig erkennbar, dorsal findet sich noch keine Lippenbildung.		
9	Der Rand der Fläche ist mehr oder weniger gut erkennbar, Lippenbildung tritt am dorsalen und ventralen Rand auf.		


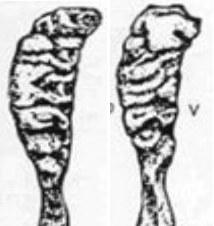

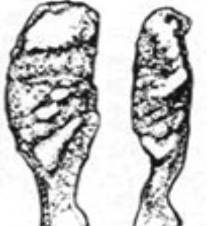
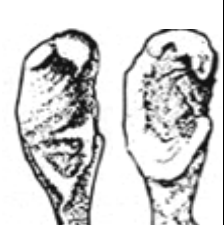

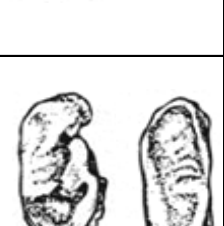
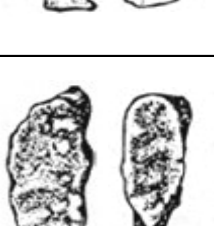
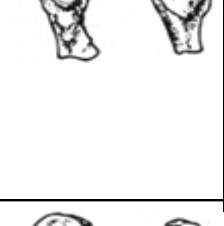
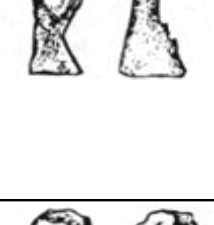
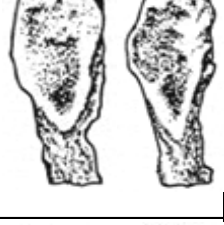
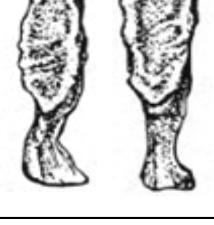
Tab. 12 Facies symphysialis - altersspezifische Veränderungen nach McKern und Stewart (1957)

Stadium	Komponenten					
	Dorsales Plateau		Ventraler Wall		Symphysenrand	
0	Kein dorsaler Rand vorhanden.		Eine ventrale Abschrägung fehlt.		Es ist kein Symphysenrand vorhanden.	
1	Im mittleren Drittel der dorsalen Kante bildet sich zuerst ein zarter Rand.		Am oberen Ausläufer der ventralen Kante ist die Abschrägung vorhanden.		Ein Teil des dorsalen Randes ist vorhanden, im allgemeinen am oberen Ende. Er ist rund und glatt in der Struktur und erhaben über die Symphysenfläche.	
2	Der dorsale Rand erstreckt sich entlang der gesamten dorsalen Kante.		Die Abschrägung breitet sich entlang der ventralen Kante aus.		Der dorsale Rand ist komplett. Der ventrale Rand beginnt sich auszubilden.	
3	Im mittleren Drittel der dorsalen Halbfläche beginnt sich durch Ausfüllen der Furchen und Resorption der Kämme ein Plateau zu bilden.		Aufgrund der Knochenausbreitung von einem oder beiden Ausläufern beginnt sich ein ventraler Wall zu bilden.		Der Symphysenrand ist komplett. Die eingeschlossene Symphysenfläche ist in der Struktur zart granuliert und im Aussehen irregulär und wellenförmig.	
4	Wellenreste sind noch vorhanden. Das Plateau breitet sich mehr auf die dorsale Halbfläche aus.		Der Wall ist ausgebildet, aber in den oberen zwei Dritteln sind noch Risse vorhanden.		Der Rand beginnt abzubrechen. Er ist nicht länger rund, sondern scharf abgehoben. Die Fläche wird glatt und flach. An der ventralen Kante kann eine Lippung auftreten.	
5	Die Wellenreste verschwinden völlig. Die Oberfläche der gesamten Teilfläche wird flach und granuliert.		Der Wall ist komplett.		Der Rand bricht ab, besonders oben ventral. Die Symphysenfläche wird rarefiziert. Entlang des ventralen Randes vollzieht sich zersetzende Ossifikation.	

Tab. 13 Facies symphysialis - altersspezifische Veränderungen nach Gilbert und McKern (1973)

Stadium	Komponenten					
	I Dorsales Plateau		II Ventraler Wall		III Symphysenrand	
0	Wellenkämme und Furchen sind sehr deutlich zu erkennen. Ein dorsaler Rand ist nicht ausgeprägt.		Kämme und Furchen sind sehr deutlich ausgeprägt. Die ganze Halbfäche ist in Richtung dorsale Halbfäche abgeschrägt.		Der Rand fehlt.	
1	Die Kämme beginnen sich zu glätten. Die Furchen werden ausgefüllt. Im mittleren Drittel beginnt sich ein flacher dorsaler Rand zu bilden.		Die Furchen auf der ventralen Halbfäche beginnen sich im unteren Teil zu füllen, einen abgeschrägten Wall formend und expandierend, dessen lateraler Rand eine deutliche, gebogene Linie, die sich auf der Symphysenlänge ausstreckt, ist.		Randbildung beginnt im mittleren Drittel der dorsalen Halbfäche.	
2	Die dorsale Halbfäche breitet sich nach ventral aus und wird kontinuierlich flacher. Der dorsale Rand dehnt sich nach oben und unten aus.		Vom oberen und unteren Ende setzt sich das Ausfüllen der Furchen fort. Der Wall breitet sich entlang der ventralen Kante aus.		Der dorsale Teil des Symphysenrandes ist komplett.	
3	Die dorsale Halbfäche ist glatt. Der Rand kann schmal sein oder sich von der Oberfläche nicht unterscheiden.		Mindestens ein Drittel der ventralen Halbfäche ist mit fein granuliertem Knochen ausgefüllt.		Der Rand breitet sich vom oberen und unteren Ende der Symphyse aus. Über ein Drittel des ventralen Teiles ist komplett.	
4	Die Halbfäche ist komplett. Sie ist breit, fein granuliert und rudimentär wellenförmig.		Der ventrale Wall zeigt eine komplette, breite und granulierende Oberfläche vom Schambeinkamm bis zum unteren Ramus.		Der Symphysenrand ist komplett.	
5	Durch Rarefizierung wird die Halbfäche irregulär und wabig.		Der ventrale Wall kann beginnen herunterzubrechen und nimmt eine extrem wabige und möglicherweise rückgebildete Erscheinung aufgrund der Rarefizierung an.		Der ventrale Rand kann abbrechen, so dass Lücken auftreten. Er kann aber auch so abgerundet sein, dass keine klare Linie zwischen dorsaler Halbfäche und ventralem Wall mehr vorhanden ist.	

Tab. 14 Facies symphysialis - altersspezifische Veränderungen nach Brooks und Suchey (1990)

Stadium	Beschreibung	Abbildungen	
		männlich	weiblich
1	Die Symphysenfläche ist gewellt, horizontale Furchen sind gut erkennbar, die ventrale Abschrägung wird sichtbar. Eine Abgrenzung zwischen oberem und unterem Bereich fehlt.		
2	Die Oberfläche kann noch gewellt sein, am superioren und inferioren Ende können sich kleine Knötchen bilden. Beginn der ventralen Abschrägung.		
3	Bildung der unteren Extremität, ventrale Abschrägung, Beginn der Bildung der oberen Extremität und des ventralen Randes. Die Oberfläche ist meist glatt (nur gelegentlich noch wellig), das dorsale Plateau ist vollendet. Noch sind keine degenerativen Veränderungen (Lippenbildung oder verknöcherte Ligamentansätze) zu beobachten.		
4	Die Oberfläche ist allgemein feingranuliert, Reste der Wellung können selten aber noch vorhanden sein. Die ovale Umrandung ist meist abgeschlossen, die obere Extremität gebildet (als Abgrenzung des Tuberculum). Die Symphysenfläche besitzt einen deutlichen Rand. Eventuell treten geringe degenerative Veränderungen auf (geringe Lippenbildung am dorsalen Rand, ventral verknöcherte Ligamentansätze).		
5	Die Symphysenfläche ist vollständig umrahmt, die Oberfläche geringfügig nach innen gewölbt. Am dorsalen Rand tritt Lippenbildung auf, verknöcherte Ligamentansätze sind am ventralen Rand zu finden. Randerosion findet noch nicht statt, am unteren ventralen Rand kann Abbau stattfinden.		
6	Die Oberfläche erscheint stärker nach innen gewölbt, der Rand wird abgetragen und erodiert. Verknöcherte Ligamentansätze fallen deutlich auf. Die Oberfläche erscheint porös und zerstört, die Umrahmung ist unregelmäßig.		

Facies auricularis

An der Facies auricularis ossis ilii wurden die altersspezifischen Veränderungen nach Lovejoy et al. (1985), Buckberry und Chamberlain (2002) und Igarashi et al. (2005) beurteilt (vgl. Abb. 9; Tab. 15 bis Tab. 17). In der Folge der Auswertung der rezenten Serie wurde bei der Untersuchung der Facies auricularis am historischen Material auf das Verfahren von Igarashi et al. (2005) auf Grund der schlechten Resultate verzichtet.

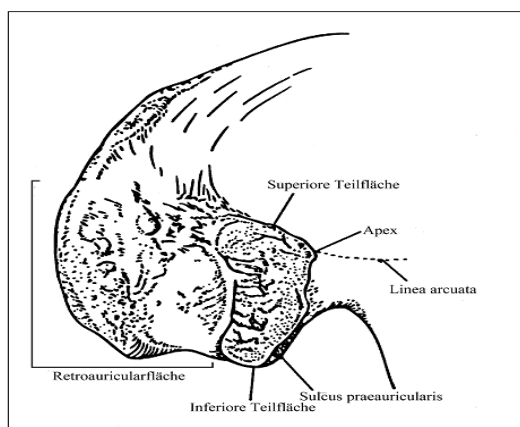



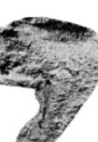

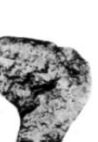

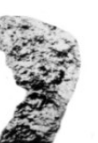


Abb. 9 Facies auricularis (Lovejoy et al. 1985; verändert)



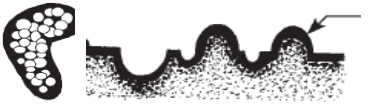






Tab. 15 Facies auricularis - altersspezifische Veränderungen nach Buckberry und Chamberlain (2002)

Stadium	Beschreibung	Stadium	Beschreibung
querverlaufende Organisation der Oberfläche		Oberflächentextur	
1	90% der Oberfläche oder mehr mit querverlaufender Organisation	1	90% der Oberfläche oder mehr fein granuliert
2	50 – 89% mit querverlaufender Organisation	2	50 – 89% fein granuliert, teilweise Ersetzen durch grobkörnigen Knochen in einigen Arealen, kein verdichteter Knochen
3	25 – 49 % mit querverlaufender Organisation	3	50% der Oberfläche oder mehr ist grobkörnig, kein verdichteter Knochen
4	Weniger als 25% der Oberfläche mit querverlaufender Organisation	4	Kerdichteter Knochen tritt auf, aber nimmt weniger als 50% der Oberfläche ein
5	Keine querverlaufende Organisation mehr vorhanden	5	Verdichteter Knochen nimmt mehr als 50% der Oberfläche ein
Mikroporosität		Makroporosität	
1	Keine Mikroporosität vorhanden	1	Keine Makroporosität vorhanden
2	Mikroporosität nur auf einer Teilfläche vorhanden	2	Makroporosität nur auf eine Teilfläche vorhanden
3	Mikroporosität auf beiden Teilflächen vorhanden	3	Makroporosität auf beiden Teilflächen vorhanden
Apikale Aktivität			
1	Apex ist scharf und deutlich, Oberfläche kann bezüglich der angrenzenden Knochenoberfläche leicht erhaben sein		
2	Leichte Lippenbildung am Apex, aber Form des Gelenkranfes noch deutlich und glatt (die Form des Oberflächenrandes des Apex ist ein durchgehender Bogen)		
3	Unregelmäßigkeiten erscheinen im Umriss der Auricularfläche, Form des Apex ist kein glatter Bogen mehr		

Tab. 16 Facies auricularis - altersspezifische Veränderungen nach Lovejoy et al. (1985)

Stadien	Beschreibungen	
1	Gekennzeichnet durch eine feingranulierte Struktur und eine auffällige querverlaufende Organisation. Retroauriculare Aktivität, apikale Aktivität oder Porosität sind noch nicht vorhanden. Breite und gut ausgebildete Furchen sind gut erkennbar und überdecken den Großteil der Fläche, ebenso die Riefen.	
2	Das jugendliche Erscheinungsbild ist noch weitestgehend erhalten, nur die Furchen erscheinen reduziert und werden durch Riefen ersetzt. Apikale Aktivität, Porosität oder retroauriculare Aktivität sind noch nicht vorhanden. Die Granulation wirkt etwas gröber, die Oberflächenausrichtung ist gut ausgeprägt.	
3	Die Furchen sind weitestgehend verschwunden und durch Riefen ersetzt, die Oberfläche ist spürbar grobkörniger. Wesentliche apikale Veränderungen sind noch nicht sichtbar. Mikroporosität kann auf kleinen Arealen auftreten, ebenso ist eine geringe retroauriculare Aktivität zu beobachten. Durch verstärkte Grobkörnigkeit wird die Oberflächenausrichtung undeutlicher.	
4	Beide Teilflächen sind teilweise grob gekörnt. Die Furchen sind verschwunden, Streifen können noch in geringer Ausprägung kleinflächig vorhanden sein. Die Oberflächenausrichtung ist noch vorhanden, wird aber undeutlicher. Auf der Retroauricularfläche findet sich nur leichte Aktivität. Minimale Veränderungen am Apex und geringe Mikroporosität treten auf, Makroporosität ist noch nicht vorhanden.	
5	Die Furchen sind komplett verschwunden, Streifen können noch sehr vage sichtbar sein. Noch sind die Teilflächen nur teilweise grob gekörnt, die Oberflächenausrichtung geht merklich verloren. Kleinere Inseln von verdichtetem Knochen können auftreten; auf der Retroauricularfläche ist leichte bis moderate Aktivität möglich. Makroporosität kann selten beobachtet werden, was allerdings für diese Altersgruppe eher untypisch ist. Am Apex treten geringe Veränderungen auf. Je nach Grad der Verdichtung ist eine Zunahme der Mikroporosität erkennbar. Das Hauptmerkmal ist der Übergang von einer körnigen zu einer verdichteten Oberfläche.	
6	Gekennzeichnet durch den Verlust der Grobkörnigkeit, die durch verdichteten Knochen ersetzt wird. Furchen und Streifen sind gänzlich verschwunden. Veränderungen am Apex sind gering bis moderat und fast immer zu beobachten. Eine Oberflächenausrichtung ist nicht mehr vorhanden. Die Mikroporosität ist durch den Verdichtungsprozess fast komplett verschwunden. Die Ränder der Auricularfläche erscheinen zunehmend unregelmäßiger, die retroauriculare Aktivität ist moderat, die Makroporosität ist nur gering oder nicht vorhanden.	
7	Der Prozess der Verdichtungen wird fortgesetzt, die Oberfläche ist vollkommen irregulär, eine Ausrichtung nicht mehr erkennbar. Moderate Grobkörnigkeit wird gelegentlich beibehalten, geht aber gewöhnlich während der vorangegangenen Phase verloren. Furchen und Riefen sind nicht mehr vorhanden. Der inferiore Rand weist eine Lippenbildung auf, die über den ursprünglichen Knochen reicht. Veränderungen am Apex sind gleich bleibend und können auffällig sein. Die Ränder weisen zunehmend Unregelmäßigkeiten auf. Makroporosität kann auftreten. Die retroauriculare Aktivität ist in den meisten Fällen moderat bis deutlich.	
8	Typisch ist eine nichtgranuläre, irreguläre Oberfläche mit teilweisen subchondralen Destruktionen ohne erkennbare Ausrichtung. Jugendliche Eigenschaften der Fläche fehlen völlig. Makroporosität ist bei ca. einem Drittel der Individuen zu beobachten. Die apikale Aktivität ist deutlich. Die Ränder erscheinen im Zuge der typischen degenerativen Veränderungen des Gelenks extrem unregelmäßig und gelippt. Der retroauriculare Bereich besitzt eine Vielzahl von Osteophyten von geringem bis moderatem Relief.	

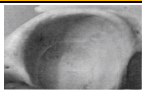
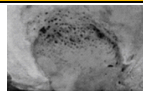

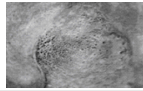
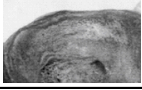
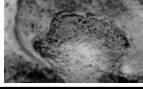
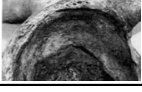
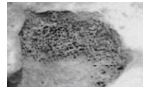
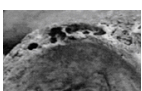

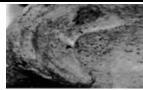
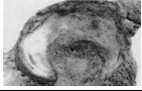
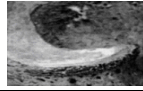
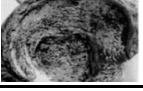
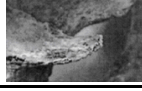
Tab. 17 Facies auricularis - Strukturen für die Altersbestimmung nach Igarashi et al. (2005)

Reliefmerkmale	Furchung – (Wide groove - WG)	
	große transversale Furchen mit ebenen Boden	
	Streifung (Striation - ST)	
	schmale, feine, transversale Furchen, V-förmig, ohne ebenen Boden	
	Oberflächenkörnung/ Rauheit (Roughness - RO)	
ungleichmäßige Oberfläche, ohne reguläre Strukturen (ohne Furchung und Streifung)		
Ebenheit (Flatnes - FL)		
ebene/flache Oberfläche, ohne Vorsprünge		
Texturmerkmale	Glattheit (Smoothness - SM)	
	glatte und ebene Fläche	
	Feine Körnung (Fine granularity - FG)	
	flache Vertiefungen, kaum ein klarer Schatten auf der Fläche	
	Grobe Körnung (Coarse granularity - CG)	
	größere Vertiefungen, klare Schatten sind auf der Fläche erkennbar	
	Vereinzelte Porosität (Sparse porosity - SP)	
	Porosität reicht bis in die Spongiosa, nimmt weniger als 50% der Gesamtfläche ein	
Dichte Porosität (Dense porosity - DP)		
großflächige Porosität reicht bis in die Spongiosa, nimmt mehr als 50% der Gesamtfläche ein		
Merkmale der umgebenden Strukturen	Stumpfer Rand (Dull rim - DR)	
	sehr breiter, hypertropher Rand	
	Lippung (Lipping - LP)	
	lippiger, hypertropher Rand	
	Tuberosität (Tuberosity - TB)	
	Auftreten von Knoten am Rand, besonders am vorderen und oberen Anteil	
Ankylose (Bony bridge - BB)		
über Osteophyten entstandene knöcherne Verbindung zwischen Os ilium und Os sacrum		

Acetabulum

Die Veränderungen am Acetabulum wurden nach dem Verfahren nach Rougé-Maillart et al. (2004) erfasst. Bei diesem Verfahren werden die Veränderungen am Rand, der Fossa, der Facies lunata sowie dem Apex separat beurteilt (Tab. 18). Danach werden aus den jeweiligen Stadien durch Addition Punktsummen gebildet.

Tab. 18 Acetabulum - altersspezifische Veränderungen nach Rougé-Maillart et al. (2004)

Stadium	Beschreibung		Stadium	Beschreibung	
Rand des Acetabulum			Fossa des Acetabulum		
1	stumpf umrandet (abgerundet)		1	dicht mit potenzieller peripherer Makroporosität	
2	abgerundet mit vereinzelt (lokalen) Osteophyten		2	Mikroporosität	
3	eher scharfes Aussehen mit ausgedehnten Osteophyten		3	Auftreten von trabekulärem Knochen	
4	begrenzte (lokale) Destruktionen		4	Knochendestruktionen mit ausgedehnter Makroporosität	
5	allgemeine Destruktionen um den gesamten Rand oder beträchtliche Osteophyten (d.h. Knochenverlust)				
Porosität der Facies lunata			Apex		
0	keine Porosität		0	Fehlen von Aktivitäten	
1	begrenzte (lokale) Mikroporosität		1	mäßige Aktivität	
2	großflächige Mikroporosität oder Makroporosität		2	ausgeprägte Aktivität	

4.2.1.5 Os sacrum

In Anlehnung an das Verfahren zur Altersbestimmung an der Facies auricularis des Os illium (Lovejoy et al. 1985; Buckberry und Chamberlain 2002) werden verschiedene Merkmale/Strukturen ausgewählt, mit deren Hilfe die altersspezifischen Veränderungen an der Facies auricularis des Os sacrum beurteilt werden (Tab. 19). Die untersuchten Merkmale sind: Auftreten der „Transversalen Organisation“ (Wellung und Streifung), Granula, Körnung, Verdichtung, Textur, Mikro- und Makroporosität sowie die Veränderungen des Randes. Diese Merkmale werden entsprechend dem Grad ihrer Ausprägungen in Stadien beschrieben (Tab. 20).

Tab. 19 Os sacrum - untersuchte Strukturen

Struktur	Beschreibung
Transversale Organisation	horizontal orientierte Wellung und Streifung
Textur	Oberflächenbeschaffenheit, beschreibt Vorkommen von Granula, Körnung und Verdichtung
Granula	Oberflächenstruktur mit einer Körnung von unter 0,5 mm Durchmesser, vergleichbar mit feinstem Sandpapier
Körnung	Oberflächenstruktur mit einer Körnung über 0,5 mm Durchmesser
Verdichtung	Auftreten von Knoten, besonders kompakt und glatt, ohne Granula
Mikroporosität	Porosität auf der Oberfläche, Porengröße unter 1 mm Durchmesser
Makroporosität	Porosität auf der Oberfläche, Porengröße über 1 mm Durchmesser
Rand	Begrenzung der Gelenkfläche

Tab. 20 Os sacrum - altersspezifische Veränderungen


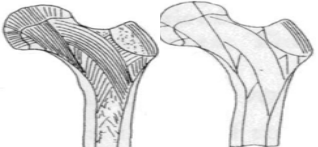

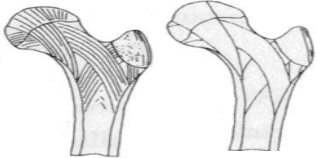

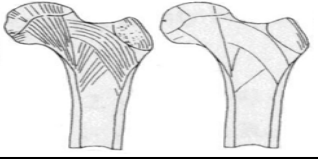

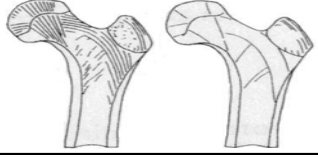
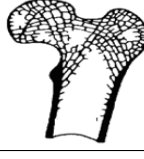
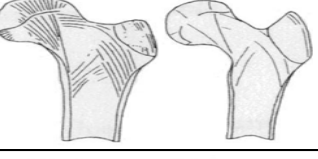

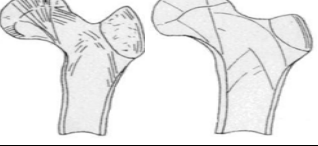

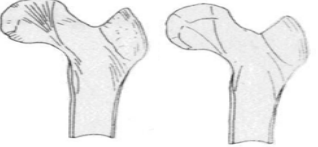
Stadium	Beschreibung	Stadium	Beschreibung
Granula		Transversale Organisation	
1	75 % oder mehr der Oberfläche mit Granula	1	90% oder mehr der Oberfläche mit querverlaufender Organisation
2	75 - 51 % mit Granula	2	50 - 89% mit querverlaufender Organisation
3	50 - 26 % mit Granula	3	25 - 49 % mit querverlaufender Organisation
4	25 - 1 % mit Granula	4	weniger als 25% der Oberfläche mit querverlaufender Organisation
5	0 % mit Granula	5	keine querverlaufende Organisation mehr vorhanden
Körnung		Textur	
1	keine Körnung auf der Oberfläche	1	90% der Oberfläche oder mehr fein granuliert
2	1 - 24 % mit Körnung	2	50 - 89% fein granuliert, teilweise Ersetzen durch grobkörnigen Knochen
3	25 - 49 % mit Körnung	3	50% der Oberfläche oder mehr ist grobkörnig, kein verdichteter Knochen
4	50 - 74 % mit Körnung	4	verdichteter Knochen tritt auf, aber nimmt weniger als 50% der Oberfläche ein
5	75 - 100 % mit Körnung	5	verdichteter Knochen nimmt mehr als 50% der Oberfläche ein
Verdichtung		Veränderungen des Randes	
1	keine Verdichtung	1	der Rand ist scharf und deutlich
2	1 - 24 % mit Verdichtung	2	leichte Lippenbildung des Randes, aber Form des Gelenkrandes noch deutlich
3	25 - 49 % mit Verdichtung	3	Auftreten einzelner Osteophyten
4	50 - 74 % mit Verdichtung	4	stärkeres Auftreten von Osteophyten, mit geringen Randwülsten
5	75 - 100 % mit Verdichtung, Oberfläche irregulär	5	starke Destruktionen – irregulärer Umbau
Mikroporosität		Makroporosität	
1	keine Mikroporosität vorhanden	1	keine Makroporosität vorhanden
2	Mikroporosität auf einer Teilfläche vorhanden	2	Makroporosität auf einer Teilfläche vorhanden
3	Mikroporosität auf beiden Teilflächen vorhanden	3	Makroporosität auf beiden Teilflächen vorhanden

4.2.1.6 Femur – proximales Ende

Die Untersuchung der Spongiosastruktur im proximalen Ende des Femur erfolgt wie beim Humerus durch das Aufsägen der Knochen. Der Knochen wurde in Transversalebene gesägt, sodass das Caput femoris, das Collum und der Trochanter major etwa in der Mitte getrennt wurden.

Die Beurteilung der Spongiosastruktur erfolgt nach der Kombination der Verfahren nach Nemeskéri und Acsádi (1960) und Szilvássy und Kritscher (1990; vgl. Tab. 21).

Tab. 21 Femur proximales Ende - altersspezifische Veränderungen nach Acsádi und Nemeskéri (1970) und Szilvássy und Kritscher (1990)

Stadien	Beschreibung		
	Nemeskéri u. Acsádi (1960)	Szilvássy u. Kritscher 1990	
1	Die Markhöhlenkuppe liegt tief unter dem Trochanter minor, die Spongiosa ist sehr dicht, Höhlen sind nicht erkennbar, die Trajektorien sind klar erkennbar, der Cortex ist sehr dick.		
2	Die Markhöhlenkuppe reicht bis ans untere Ende des Trochanter minor, die Spongiosa ist dicht, leichte Verluste und minimale Auflockerung finden sich in Collum und Trochanter major, die Trajektorien sind weniger dicht, aber noch deutlich, der Cortex ist dick.		
3	Die Markhöhlenkuppe reicht bis zum oberen Rand des Trochanter minor, die Spongiosa ist aufgelockert, kleine Höhlen bilden sich im mittleren Teil des Collum, die Trajektorien werden zunehmend dünner, der Cortex ist noch relativ dick.		
4	Die Markhöhlenkuppe ragt über den oberen Rand des Trochanter minor, Spongiosa deutlich aufgelockert, im Collum und im Trochanter major liegen kleine Höhlen, die Trajektorien sind kleiner und teilweise durchbrochen, der Cortex ist noch relativ dick.		
5	Die Markhöhlenkuppe reicht weit über die obere Grenze des Trochanter minor, die Spongiosa ist stark aufgelockert, mittelgroße Höhlen finden sich in Collum und Trochanter major, die Trajektorien sind stark durchbrochen und nur noch in ihrer Grundform erkennbar, der Cortex wird dünner.		
6	Die Markhöhlenkuppe reicht bis an das Collum, die Spongiosa ist stark aufgelöst, die Höhlen in Collum und Trochanter major werden größer, die Trajektorien sind nur noch in Resten vorhanden, der Cortex ist dünn.		
7	Die Markhöhlenkuppe reicht ins Collum hinein, Spongiosäuberreste finden sich nur noch entlang des Cortex, die Höhlen sind sehr groß, es sind kaum noch Trajektorien erkennbar, der Cortex ist sehr dünn.		

4.2.1.7 Histologische Untersuchungen

Materialvorbereitung und Schlifffherstellung

Für die Herstellung der Schriffe werden Knochenproben aus den Diaphysenmitten der zu untersuchenden Knochen (Femur, Tibia, Fibula, Humerus) entnommen. Es wird ein ca. zwei cm großes Stück verwendet, das sich über den gesamten Querschnitt erstreckt. Die Entwässerung und Entfettung der rezenten Knochen erfolgt über eine Alkohol-Aceton-Reihe (Wolf und Pompe 1980). Bei schlechtem Entfettungszustand wird der Knochen zusätzlich für ca. eine Stunde im Ultraschallbad in einer Alkohollösung weiter entfettet. Eine Optimierung der Entfettung im Ultraschallbad wurde im Vorfeld der Untersuchungen beobachtet, wobei die Mikrostruktur nicht geschädigt wurde. Das bodengelagerte Material wird, soweit notwendig, in destilliertem Wasser gereinigt. Die Einbettung der Proben erfolgt unter Vakuum bei 20 bis 5 mm Hg, mit Hilfe einer Drehschieberpumpe in einer Vakuumkammer (Epovac Hersteller Struers). Vor dem Hinzufügen des Kunstharzes wird das Präparat in einem Gefäß ca. zwei Stunden in das Vakuum (ca. 5 mm Hg) gebracht, um die Luft aus dem Präparat zu entfernen. Nach Mischung der Kunstharzkomponenten (E12 und E1 Biodur-Products; von Hagens 1985) wird das flüssige Harz unter Vakuum in das Gefäß mit dem Präparat eingebracht und dann ca. 14 bis 16 Stunden im Vakuum stehen gelassen. Dabei dringt das Kunstharz in die zuvor luftgefüllten Räume im Präparat ein. Dann werden die Präparate aus der Vakuumkammer entfernt und an einem geschützten Ort ca. fünf bis sieben Tage bis zur vollständigen Aushärtung stehen gelassen. Danach kann überflüssiger, ausgehärteter Kunststoff entfernt werden (Trimmen).

Die Schriffe werden mit Hilfe einer Innenlochsäge (Leica SP1600) hergestellt. Dabei beträgt die Schlifffdicke der rezenten Knochen und dem Großteil der Schriffe des historischen Materials ca. 100µm. Bei einem Teil des bodengelagerten Materials ist der Erhaltungszustand so schlecht, dass die Schlifffdicke auf bis zu 150µm erhöht wird, um stabile Schriffe herzustellen, bei denen Beobachtungen noch möglich sind. Von jeder Probe werden drei bis vier Schriffe angefertigt. Nach der Trocknung der Schriffe bei Raumtemperatur werden sie auf Objektträger gebracht und mit dem Eindeckmittel (Mountex) eingedeckt.

Die Inspektion der Schriffe erfolgt am Stereomikroskop (Zeiss SV Semi 11) bei 100facher Vergrößerung. Bei der Inspektion wird jeder Schliff fotografisch erfasst. Die Schriffe konnten zusätzlich mit einem Zeiss Forschungsmikroskop Axio Imager Z1 mit Piezo Scanning Stage 225x85 und der hochauflösenden digitalen Mikroskopkamera AxioCam HRc (Verwendete Objektive waren je ein EC Plan-Neofluar 2,5x / 0,075Plan-Apochromat 5x / 0,16Plan Apochromat 10x / 0,45 und Plan-Apochromat 20x / 0,8) untersucht und fotografisch erfasst werden.

Schliffauswertung

In Rahmen der ersten Inspektionen des bodengelagerten Materials fiel der extrem schlechte Erhaltungszustand des Materials auf, der eine breite Studie nach metrisch-quantitativen Verfahren nicht zuließ.

Auf der Grundlage der histo-morphologischen Herangehensweise von Großkopf (2004) ist ein eigenes Verfahren entwickelt worden, mit dessen Hilfe es möglich ist, auch schlecht erhaltene Schliffe zu beurteilen. Bei dieser Methode wird der Anteil und die Verteilung des lamellären Knochen, die Form und Verteilung der Osteone, das Auftreten von Osteonfragmenten und das Auftreten von Resorptionslakunen beurteilt (Tab. 22).

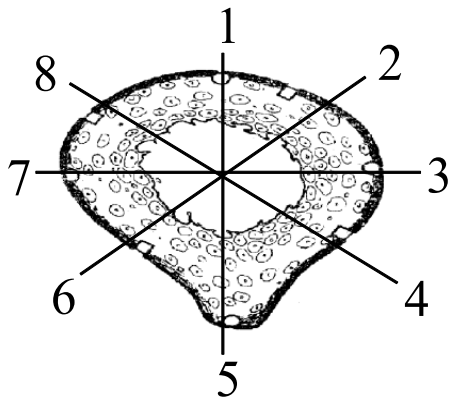
Tab. 22 Histologie - Altersspezifische Veränderungen

Stadium	Merkmale					
	Lamellärer Knochen		Osteone		Osteonfragmente / Schaltlamellen	Resorptionslakunen
	Anteil	Verteilung	Form	Verteilung		
1	hoch	gesamter Querschnitt	unregelmäßig	vereinzelt, z.T. perlschnurartig	keine	keine
2	abnehmend	große Anteile, nur von einzelnen Osteonen durchbrochen	unregelmäßig; aber zunehmend gleichmäßiger	über den gesamten Querschnitt	zunehmend	
3		große Anteile, stärker von Osteonen durchbrochen				
4		geringere Reste				
5	gering	nur minimale Reste erkennbar	gleichmäßig, hohe Packungsdichte	relativ homogen		keine
6	fehlend					
7					kleine, vereinzelt	
8					groß	

Die untersuchten Areale am Schliff werden fest definiert. Im Rahmen der Analysen der rezenten Femora werden an den Schliffen 40 Areale untersucht. Diese erstrecken sich vom äußeren (periostalen) Rand bis an die Markhöhle (endostal; Tab. 23; Tab. 24).

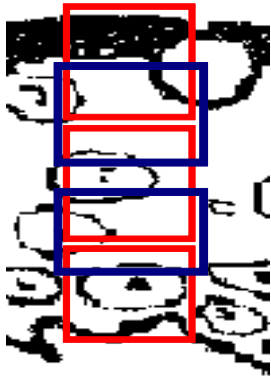
Tab. 23 Femur - Orientierung der untersuchten Areale - Richtungen

Richtungen	
1	anterior
2	anterior-medial/lateral
3	medial/lateral
4	medial/lateral - posterior
5	posterior
6	posterior – medial/lateral
7	medial/lateral
8	medial/lateral - anterior



Tab. 24 Femur - Orientierung der untersuchten Areale – „Ringe“

"Ringe"	
periostal	an der Außenkante des Knochens
periostal-medial	ca 1/6 der Dicke des kompakten Anteils vom periostalen Rand weg, nach medial verlagert
medial	in der Mitte des kompakten Anteils
medial-endostal	ca 1/6 der Dicke des kompakten Anteils vom endostalen Rand weg, nach medial verlagert
endostal	an der Kante der Markhöhle des Knochens gelegen (Zählfeldrand sollte deutlich über 50% auf dem Knochen liegen)



Aufgrund des Erhaltungszustandes und der Ergebnisse an den rezenten Femora werden an den Schliffen der Knochen von Dresden-Briesnitz nur die periost-nahen Areale ausgewertet. Wenn offensichtlich war, dass Anteile des Knochens im periostalen Bereich schon angegriffen waren, vor allem in Folge von Dekompositionsvorgängen, erfolgte die Beurteilung im periostal-medialen Bereich.

Die Festlegung der Areale an Humerus, Tibia und Fibula zeigt Abb. 10. Am periostalen Rand des Humerus werden acht Areale (beginnend an der Facies anterior-medialis im Uhrzeigersinn), an der Tibia sechs Areale (jeweils zwei an der Facies medialis, der Facies lateralis sowie der Facies posterior) und an der Fibula ebenfalls sechs Areale (jeweils zwei an der Facies lateralis, Facies posterior und der Facies medialis) beurteilt.

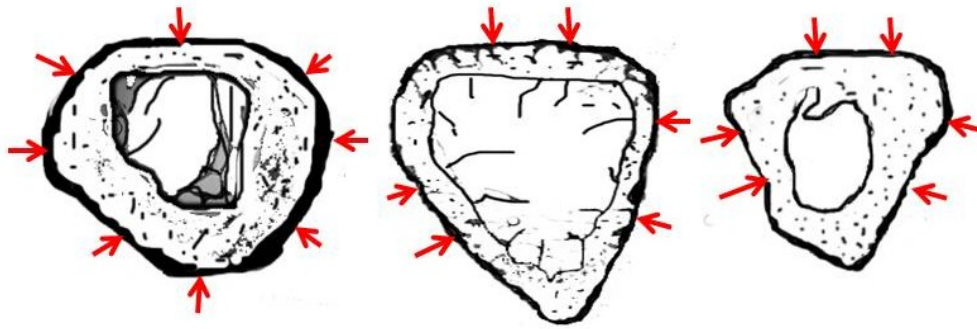


Abb. 10 Lokalisation der Areale zur Auswertung an Humerus (links), Tibia (Mitte), Fibula (rechts)

Um auch bei extrem schlecht erhaltenem Material, bei dem nur an kleinen Gebieten auf dem Schliff klar konturierte Strukturen erkennbar sind, Angaben zur Feinstruktur zu machen, wird ein Kriterium des morphologischen Gesamtaspektes festgelegt. Dazu wird der gesamte Schliff betrachtet ohne die Berücksichtigung der Lokalisation. Dann wird ein Stadium festgelegt.

4.2.1.8 Transitions - Analyse

Als kombiniertes Verfahren wird die Transition-Analyse nach Boldsen et al. (2002) angewendet. Wie bereits erläutert, werden bei dieser Methode verschiedene Schädelnähte sowie Einzelkomponenten an der Facies symphysialis und der Facies auricularis beurteilt (Tab. 25). Nach der Materialaufnahme werden die ermittelten Stadien der Veränderungen der Einzelstrukturen in das zur Transitions-Analyse gehörige Programm eingegeben. Des Weiteren werden auch die Angaben zum Geschlecht sowie der Zeitstellung einbezogen. Mit Hilfe der Software kann das mittlere, wahrscheinliche Alter sowie die 5. und 95. Perzentile der höchst wahrscheinlichen Altersspanne abgelesen werden (vgl. Abb. 11).

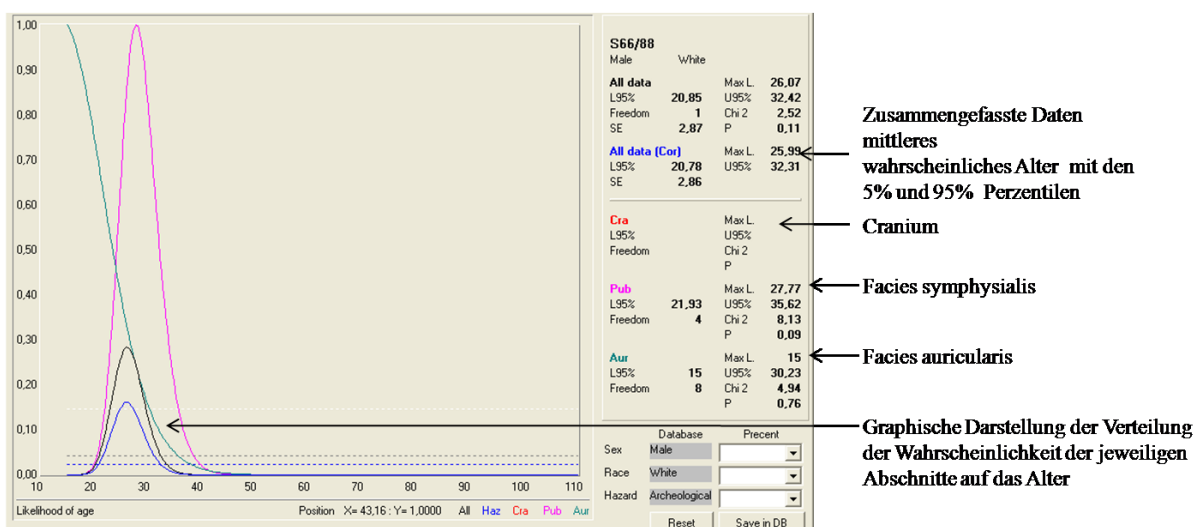


Abb. 11 Transitions-Analyse - Programmausgabe

Tab. 25 Transitions-Analyse - Stadien der jeweiligen altersspezifischen Veränderungen (Boldsen et al. 2002) - Übersicht

Facies symphysialis

Stadium	Beschreibung	Stadium	Beschreibung
Relief		Ventraler Wall	
1	Deutliche Wellung	1	Gezackt
2	Schwächere, tiefe Wellung	2	Abgeschrägt
3	Schwächere, flache Wellung	3	Wall unvollständig
4	Nur geringe Reste der Wellung	4	Wall I vollständig
5	Flach	5	Wall II vollständig
6	Irregulär	6	Scharfe Kante
Textur		7	Abbau
1	Eben (fein granuliert)	Dorsaler Rand	
2	Grob granuliert	1	Gezackt
3	Mikroporosität	2	Abflachung unvollständig
4	Makroporosität	3	Abflachung vollständig
Apex superiores		4	Scharfe Kante
1	Kein Höcker	5	Abbau
2	Früher Höcker		
3	Später Höcker		
4	Vollständige Verwachsung		

Facies auricularis

Stadium	Beschreibung	Stadium	Beschreibung
Topographie - superior/inferior		Textur - inferior	
1	Gewellt	1	Eben
2	Erhebung in der Mitte	2	Dicht granuliert / Mikroporosität
3	Flach bis irregulär	3	Makroporosität
Morphologie - superior/apical/inferior		Retroauricularfläche Exostosen - superior/inferior	
1	>2/3 bedeckt mit Wellen	1	Eben
2	1/3-2/3 bedeckt mit Wellen	2	Runde Erhebungen
3	<1/3 bedeckt mit Wellen	3	Spitze Erhebungen
4	Flach (keine Wellen)	4	Gezackte Erhebungen
5	Knoten	5	Erhebungen mit Berührungen zum Os sacrum
Nadeln "Spicules" posterior		6	Fusion
1	Eben		
2	Rund		
3	Spitz		

Cranium

Stadium	Beschreibung
Obliteration	
1	Offen
2	Verbunden
3	Wenige Anteile obliteriert
4	Punktuell obliteriert
5	Vollständig obliteriert

Messpunkte an:

Pterion, Obelion, Asterion, Interpalatinum, S. zygomatico-maxillare

4.2.2 Datenanalyse

Die statistische Auswertung der Daten der verschiedenen, angewendeten Verfahren wurden mit Hilfe von Excel (Version 2007) und SPSS 15.0 vorgenommen.

4.2.2.1 Untersuchungen zu den altersspezifischen Veränderungen

Rezentes Skelettmaterial

Am rezenten Material wurden die Ergebnisse der jeweiligen Methoden dem bekannten chronologischen Alter der Individuen gegenübergestellt.

Die Zusammenhänge zwischen dem chronologischen Alter und den Stadien der jeweiligen Merkmale (je nach Verfahren auch Punktsommen oder Altersgruppen des biologischen Alters) werden mit Hilfe des Korrelationskoeffizienten nach Spearman und der dazugehörigen Signifikanz bestimmt. Seitenunterschiede werden mit Hilfe des X^2 -Tests analysiert. Die Untersuchung geschlechtsspezifischer Einflüsse auf die Altersbestimmung wird mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests durchgeführt. Wenn sich signifikante Geschlechtsunterschiede zeigen, werden die jeweiligen Verteilungen der altersspezifischen Merkmale für Männer und Frauen separat untersucht.

Für die Beurteilung der Eignung eines bestimmten Stadiums eines Merkmals zur Vorhersage des Alters werden Sensitivität und Spezifität berechnet.

S – Stadium

AG - Altersgruppe

rh_n - ist der prozentuale Anteil von den Individuen die die jeweilige Bedingung erfüllen

Sensitivität = $P(S|AG)$ – Wahrscheinlichkeit, dass ein Individuum bei einem Stadium in der Altersgruppe liegt, die seinem chronologischen Alter entspricht

$$\hat{P}(S|AG) = \frac{rh_n(S \cap AG)}{rh_n(AG)}$$

Spezifität = $P(\bar{S}|\bar{AG})$ – Wahrscheinlichkeit, dass ein Individuum einer anderen Altersgruppe zugeordnet wird, wenn es nicht das unter der Sensitivität untersuchte Stadium aufweist.

$$\hat{P}(\bar{S}|\bar{AG}) = \frac{rh_n(\bar{S} \cap \bar{AG})}{rh_n(\bar{AG})}$$

Für die im Rahmen der einzelnen Methoden bestimmten Stadien werden Mittelwert und Standardabweichung, Median, Spannweiten (Minimum und Maximum) sowie die 5% und 95% Konfidenzintervalle und die 25. und 75. Perzentile bestimmt. Um einen anschaulichen Überblick über die Verteilung von chronologischem Alter und altersspezifischer Veränderung zu ermöglichen, werden die Ergebnisse in Kreuztabellen zusammengefasst. Dazu werden zum einen Altersgruppen in Form von Zehnjahresklassen und zum anderen Jahresklassen größerer Kategorien, je nach Verfahren gebildet. Darüberhinaus werden für die Verteilungen Streudiagramme und Boxplots erstellt.

Skelettmaterial von Dresden-Briesnitz

Am mittelalterlichen Material erfolgt ein direkter Vergleich der Stadien der verschiedenen Verfahren mit den Ergebnissen der Untersuchungen an der Facies symphysialis nach der Methode nach Brooks und Suchey (1990) zum einen und zum anderen mit den Ergebnissen der histo-morphologischen Untersuchungen des Femur. Dabei werden die Stadien der periostalen und periostal-medialen Areale zusammengefasst, da sie in den Untersuchungen am rezenten Material die besten Ergebnisse zeigen und am historischen Material verhältnismäßig häufig beurteilbar sind. Diese beiden Parameter wurden als Vergleich gewählt, da zum einen die Eignung der Facies symphysialis und dabei insbesondere das Verfahren von Brooks und Suchey (1990) weitgehend anerkannt ist und zum anderen die histo-morphologischen Untersuchungen am Femur sehr gute Resultate ergaben.

Die Zusammenhänge zwischen den Stadien an der Facies symphysialis sowie den histo-morphologischen Veränderungen am Femur mit den Stadien der jeweiligen Merkmale (je nach Verfahren auch Punktskizzen oder Altersgruppen des biologischen Alters) werden mit Hilfe des Korrelationskoeffizienten nach Spearman und der dazugehörigen Signifikanz bestimmt. Seitenunterschiede werden mit Hilfe des X^2 -Tests analysiert. Die Untersuchung geschlechtsspezifischer Einflüsse auf die Altersbestimmung erfolgt mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests. Wenn sich signifikante Geschlechtsunterschiede zeigen, werden die jeweiligen Verteilungen der altersspezifischen Merkmale für Männer und Frauen separat untersucht. Dabei ist auf Grund des zum Teil schlechten Erhaltungszustandes immer zu prüfen, ob eine getrennte statistische Untersuchung wegen der oft zu geringen Individuenanzahl noch sinnvoll ist.

Die Ergebnisse werden ebenfalls in Kreuztabellen zusammengefasst. Dazu werden zum einen die ermittelten Stadien gegenübergestellt, sowie zum anderen je nach Methode Gruppen von Stadien gebildet. Darüberhinaus werden alle Verteilungen in Boxplots dargestellt.

4.2.2.2 Untersuchungen zu den demographischen Strukturen von Dresden-Briesnitz

Gräberfeldbereinigung

Die Grundlage für die Rekonstruktion der Altersstruktur ist eine Gräberfeldbereinigung des Friedhofs. Hierzu werden die in Folge der komplizierten Bestattungssituation, der organisatorischen Gegebenheiten während der Ausgrabung sowie der Voruntersuchungen voneinander getrennten Einzelknochen wieder zusammengeführt.

Grundlage für die Zusammenführungen waren die Bestimmungen zu Alter und Geschlecht der vorangegangenen Qualifikationsarbeiten sowie die Altersangaben der eigenen Untersuchungen. Darüber hinaus wird die Lokalisation jedes einzelnen Knochens bzw. Skelettabschnittes im Gräberfeld mit Hilfe der Grabungsunterlagen (Grabungstagebuch, Zeichnungen, Fotos) überprüft und vermerkt. Danach erfolgt der Abgleich der einzelnen Skeletteile mit den ersten Materialaufnahmen. In Folge dieser Kontrollen ist es möglich, mehrere Skeletteile, die während der Ausgrabung getrennt wurden, mit der nötigen Sicherheit zusammenzuführen. Dadurch wird eine genaue Trennung der Befunde in den von den Archäologen beschriebenen, jüngeren und älteren Bestattungshorizont angestrebt.

Rekonstruktion der demographischen Strukturen

Im Rahmen der paläodemographischen Bearbeitung des Gräberfeldes Dresden-Briesnitz werden alle vorliegenden Individualdaten (insbesondere Alter und Geschlecht) zu Kollektivdaten verknüpft. Die Untersuchung der demographischen Strukturen erfolgte nach dem Verfahren von Acádi und Nemeskéri (1970).

Für die Altersbestimmung der subadulten Individuen werden die Ergebnisse der Untersuchungen von Zahnmineralisation und Zahndurchbruch (Volkman 2007) sowie die Entwicklung der postcranialen Skeletteile (Liss 2002) verwendet. Dabei haben die Altersangaben zur Zahnmineralisation und dem Zahndurchbruch die höchste Bedeutung. Bei der zusammenfassenden Altersbestimmung der erwachsenen Individuen werden mehrere Verfahren zur Altersbestimmung eingesetzt. Den höchsten Stellenwert für die Alterseinordnung hatten die histomorphologischen Veränderungen der Langknochendiaphysen sowie die Veränderungen der Facies symphysialis und gefolgt von der Facies auricularis. Alle anderen Indikatoren wurden nur für tendenzielle Einordnungen in sehr große Altersgruppen verwendet.

Die Geschlechtsbestimmung der Erwachsenen erfolgte durch die morpho-metrischen Untersuchungen an allen Skelettabschnitten. Dabei liegt die Priorität bei der Bestimmung auf den Angaben des Pelvis (Hübschmann in Vorb.) und Cranium (unveröffentlicht), gefolgt von den Langknochen (Beberhold 2003; Michaelis 2003; Reichelt in Vorb.; Weber in Vorb.) und an-

schließend von den verbliebenen Skelettabschnitten (Otto 2005; Bauer in Vorb.; Ullrich 2007).

Verfahren nach Acsadi und Nemeskéri (1970)

Mit dem Verfahren nach Acsadi und Nemeskéri (1970) können Sterbetafeln erstellt werden, aus denen zu den jeweiligen Altersklassen Angaben zum Umfang der Klasse, Anzahl der Individuen, Sterbewahrscheinlichkeiten und u.a. mittlere Lebenserwartungen entnommen werden können.

Die Erstellung der Sterbetafeln verlangt verhältnismäßig genaue Altersbestimmungen, d.h. sehr enge Altersklassen. Die Altersklassenaufteilung erfolgte bei den vorliegenden Untersuchungen für die subadulten Individuen in fünf- und der Erwachsenen in 10-Jahresklassen. Wenn sich die ermittelten Altersspannen über mehrere Altersklassen für die Sterbetafel erstrecken, werden sie anteilmäßig je nach der jeweiligen Altersspanne auf die jeweiligen Altersklassen aufgeteilt.

Die Berechnung der Sterbetafel erfolgt nach folgenden Formeln:

x : Altersklasse

a : Umfang der Altersklasse in Jahren

D_x : Anzahl der in x gestorbenen Individuen (Skelette)

d_x : relative Anzahl der in x gestorbenen Individuen

$$d_x = \frac{D_x}{\sum D_x} 1000 \quad (\text{‰})$$

l_x : relative Anzahl der Überlebenden in $x = l_{x-1} - d_{x-1}$

q_x : Sterbewahrscheinlichkeit in x

$$q_x = \frac{d_x}{l_x} 1000 \quad (\text{‰})$$

L_x : Anzahl der insgesamt gelebten Jahre zwischen x und $x+1$

$$L_x = \frac{a(l_x + l_{x+1})}{2}$$

T_x : Anzahl der insgesamt noch zu lebenden Jahre = $T_{x-1} - L_{x-1}$ mit $T_{x=0} = \sum L_x$

e_x^0 : mittlere Lebenserwartung in x

$$e_x^0 = \frac{T_x}{l_x}$$

5 Ergebnisse

5.1 Untersuchungen zu den altersspezifischen Veränderungen am rezenten Skelettmaterial

Für alle untersuchten Methoden und Strukturen werden im folgenden Kapitel nur die Ergebnisse ausgewählter Methoden vorgestellt. Eine umfassende Übersicht aller angewandten Methoden findet sich im Anhang der Arbeit.

5.1.1 Cranium

Verfahren nach Nemeskéri und Acsádi (1960)

Für das Verfahren nach Nemeskéri und Acsádi (1960) werden die Calotten von 216 Individuen verwendet. Unterschiedliche Grade der Obliteration der Nähte des Schädeldaches zeigt Abb. 12.

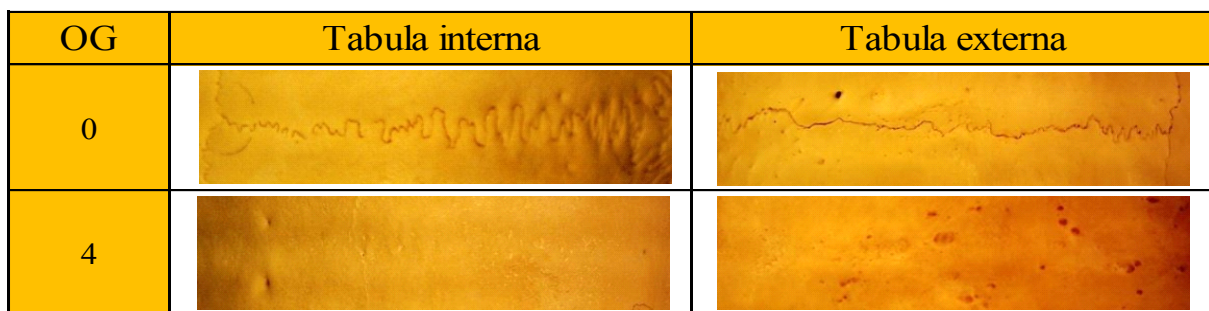


Abb. 12 Cranium – rezente Serie - S. sagittalis – Tabula interna und Tabula externa verschiedene Obliterationsgrade (OG)

Bei allen untersuchten Nahtabschnitten werden deutliche Zusammenhänge zwischen den Stadien und dem chronologischen Alter ermittelt (vgl. Tab. 26). Erwartungsgemäß zeigen sich bei der Untersuchung des ectocranialen und endocranialen Obliterationsverlaufes deutliche Unterschiede. Dabei liefern die Verwendung aller Nahtabschnitte an der Tabula interna ($k=+0,70$) bzw. der Tabula externa ($k=+0,53$) die besten Übereinstimmungen zwischen den Stadien und dem chronologischen Alter im Vergleich zu den einzelnen Nahtabschnitten.

Die Obliteration verläuft an der Tabula externa deutlich variabler als an der Tabula interna. Die ermittelten Korrelationskoeffizienten sind für alle untersuchten Abschnitte an der Tabula interna höher als der entsprechende Abschnitt an der Tabula externa (vgl. Tab. 26). Die Vergleiche der Verteilungen der untersuchten Individuen weisen deutliche Differenzen auf. An der Tabula externa (vgl. Abb. 13) verteilen sich die meisten Individuen auf die Stadien null bis zwei (keine bis beginnende Obliteration der Nähte). An der Tabula interna werden bei den

gleichen Individuen gehäuft die Stadien zwei bis drei (fortgeschrittene bis vollständige Obliteration) beobachtet (vgl. Abb. 14).

Tab. 26 Zusammenhang von chronologischem Alter und den Obliterationsgraden verschiedener Nahtabschnitte (Korrelationskoeffizient nach Spearman)

Tabula externa		Nahtabschnitt	Tabula interna	
Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>		Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>
+0,51	<0,001	S. coronalis - gesamt*	+0,67	<0,001
+0,49	<0,001	S. coronalis - Abschnitt 3	+0,68	<0,001
+0,46	<0,001	S. coronalis - Abschnitt 2	+0,68	<0,001
+0,36	<0,001	S. coronalis - Abschnitt 1	+0,57	<0,001
+0,45	<0,001	S. coronalis - Abschnitt 1 & 2	+0,65	<0,001
+0,53	<0,001	S. saggitalis - gesamt	+0,63	<0,001
+0,42	<0,001	S. saggitalis - Abschnitt 1	+0,57	<0,001
+0,44	<0,001	S. saggitalis - Abschnitt 2	+0,64	<0,001
+0,49	<0,001	S. saggitalis - Abschnitt 3	+0,57	<0,001
+0,51	<0,001	S. saggitalis - Abschnitt 4	+0,52	<0,001
+0,41	<0,001	S. lambdoidea - gesamt*	+0,48	<0,001
+0,44	<0,001	S. lambdoidea - Abschnitt 1	+0,51	<0,001
+0,35	<0,001	S. lambdoidea - Abschnitt 2	+0,44	<0,001
+0,12	0,12	S. lambdoidea - Abschnitt 3	+0,08	0,44
+0,41	<0,001	S. lambdoidea - Abschnitt 1 & 2	+0,51	<0,001
+0,52	<0,001	Tabula gesamt ohne Abschnitt S. sagittalis 3 & S. lambdoidea 3	+0,68	<0,001
+0,53	<0,001	Tabula gesamt	+0,70	<0,001

*bei den paarig angelegten Nahtabschnitten wurden vor der Berechnung der statistischen Parameter die Mittelwerte der jeweiligen Obliterationsgrade gebildet

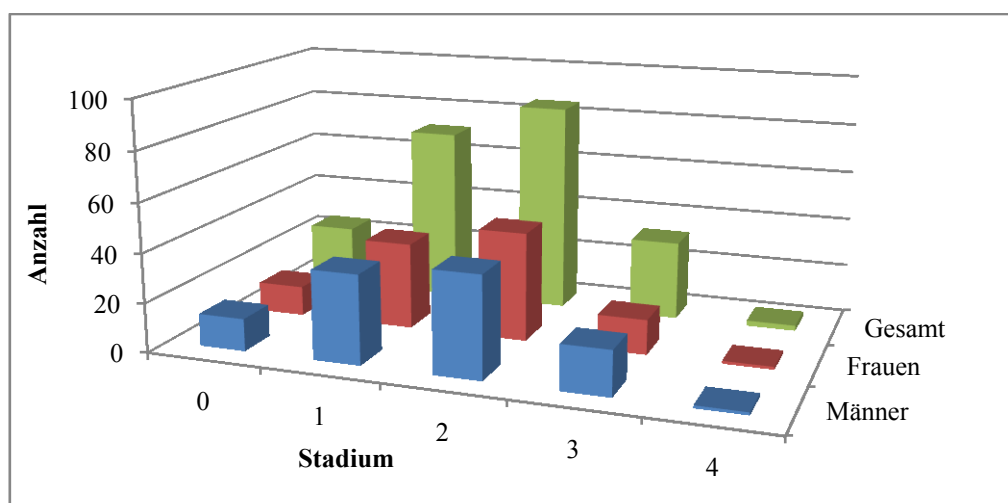


Abb. 13 Cranium – Tabula externa - Verteilung Obliterationsgrade des rezenten Materials

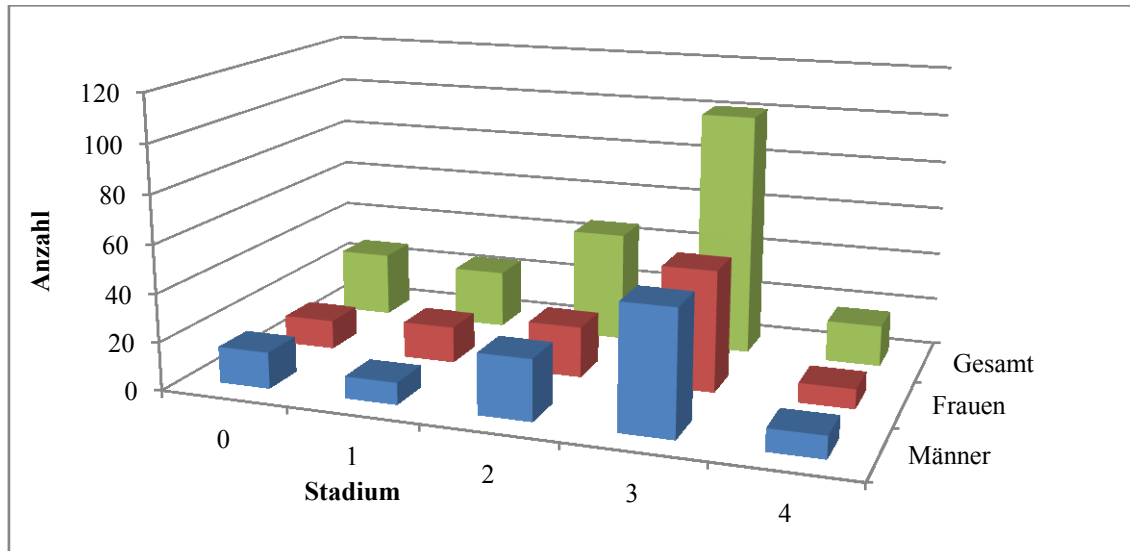


Abb. 14 Cranium – Tabula interna - Verteilung der Obliterationsgrade des rezenten Materials

Die an der Tabula externa beobachteten Obliterationsgrade erreichen nur in wenigen Fällen eine völlige Verstreichung, es zeigt sich aber, dass vor allem die Stadien null bis eins eine hohe Sensitivität zu den unteren Altersgruppen haben (vgl. Tab. 27; Tab. 28). So beträgt die Sensitivität für das Stadium null in der Altersgruppe der bis 19-jährigen 78,6%. In der untersuchten Stichprobe wurden an 84,3% der Calotten die Stadien null bis zwei an der Tabula externa bestimmt, trotz eines hohen Anteils älterer Individuen. Die vollständige Verstreichung (Stadium 4) wird nur bei zwei Individuen der Altersgruppen 70 und älter beobachtet. Die an der Tabula externa ermittelten Altersbereiche (vgl. Abb. 15; Tab. 29) erstrecken sich über sehr große Zeiträume. Die ermittelten Spannweiten der Stadien eins bis drei überspannen die gesamte Lebensphase von der juvenilen bis zur senilen Altersgruppe. Werden die 25. und 95. Perzentile berücksichtigt, können zumindest die Stadien null, die Stadien eins bis drei und das Stadium vier mit ihren Altersspannen gegeneinander abgegrenzt werden. Ähnliche Verteilungen wie bei der Gesamtbetrachtung der Veränderungen an der Tabula externa mit den Häufungen in den unteren Altersgruppen und den weiten Altersspannen zeigen sich an der Tabula externa auch bei der Untersuchung der Sutura coronalis und sagittalis (vgl. Abb. 15).

Tab. 27 Cranium - Tabula externa - Verteilung der rezenten Individuen auf die Altersgruppen und Stadien

Stadium	Alter in Jahren							Σ n (%)
	>19 n (%)	20-29 n (%)	30-39 n (%)	40-49 n (%)	50-59 n (%)	60-69 n (%)	70< n (%)	
0	11 (78,6)	10 (34,5)	4 (17,4)	- -	- -	1 (2,9)	- -	26 (12,0)
1	3 (21,4)	14 (48,3)	11 (47,8)	11 (44,0)	10 (33,3)	8 (22,9)	14 (23,3)	71 (32,9)
2	- -	4 (13,8)	6 (26,1)	10 (40,0)	14 (46,7)	21 (60,0)	30 (50,0)	85 (39,4)
3	- -	1 (3,4)	2 (8,7)	4 (16,0)	6 (20,0)	5 (14,3)	14 (23,3)	32 (14,8)
4	- -	- -	- -	- -	- -	- -	2 (3,3)	2 (0,9)
Σ	14 (100,0)	29 (100,0)	23 (100,0)	25 (100,0)	30 (100,0)	35 (100,0)	60 (100,0)	216 (100,0)

farbig hervorgehobene Felder mit über 40% der Individuen im jeweiligen Stadium innerhalb der Altersgruppe

Tab. 28 Cranium - Tabula externa – Sensitivität und Spezifität der Altersgruppenzuordnung in den Stadien

Stadium		Alter in Jahren						
		>19 %	20-29 %	30-39 %	40-49 %	50-59 %	60-69 %	70< %
0	Sensitivität	78,6	34,4	17,4	-	-	2,9	-
	Spezifität	92,6	86,6	88,6	-	-	83,7	-
1	Sensitivität	21,4	48,3	47,8	44,0	33,3	22,9	23,3
	Spezifität	66,3	69,5	68,9	68,5	67,2	65,3	63,0
2	Sensitivität	-	13,7	26,1	40,0	46,7	60,0	50,0
	Spezifität	-	56,6	59,1	60,7	61,8	64,6	64,7
3	Sensitivität	-	3,4	8,7	16,0	20,0	14,3	23,3
	Spezifität	-	83,4	84,5	85,0	86,0	86,9	88,5
4	Sensitivität	-	-	-	-	-	-	33,3
	Spezifität	-	-	-	-	-	-	100,0

farbig hervorgehobene Felder mit einer Sensitivität und Spezifität über 40%

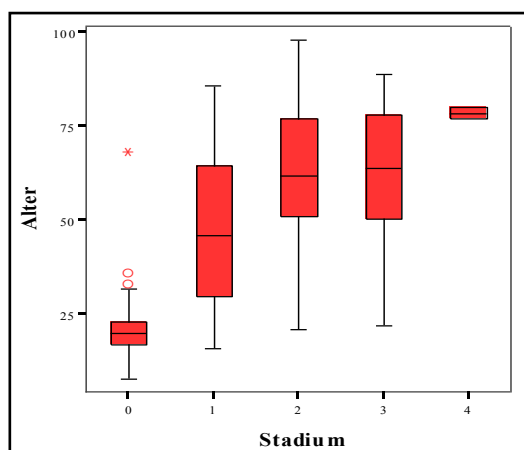


Abb. 15 Cranium - Tabula externa – Altersverteilung (Boxplot) in den jeweiligen Stadien

Tab. 29 Cranium - Tabula externa – Durchschnittliches Alter (in Jahren) in den jeweiligen Stadien

Stadium	MW	Median	Sd	Spannweite		Konfidenzintervall		Perzentile	
				Min	Max	5%	95%	25%	75%
0	23,0	20,0	10,8	15	68	18,6	27,3	17,0	23,5
1	47,4	46,0	20,6	16	89	42,6	52,3	30,0	65,0
2	62,4	62,0	17,0	21	98	58,7	66,2	51,0	77,5
3	62,9	64,0	17,2	22	89	56,7	69,1	50,3	78,0
4	78,5	78,5	2,1	77	80	59,4	97,6	77,0	-

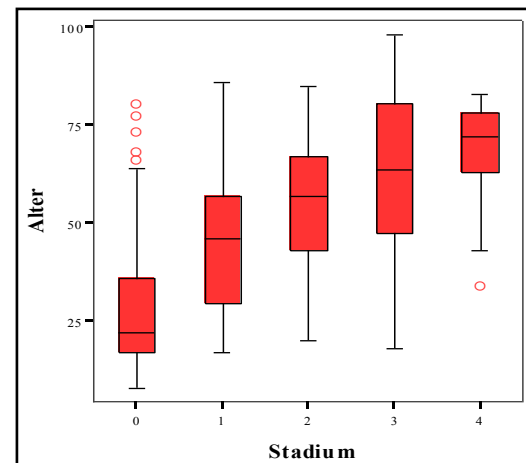
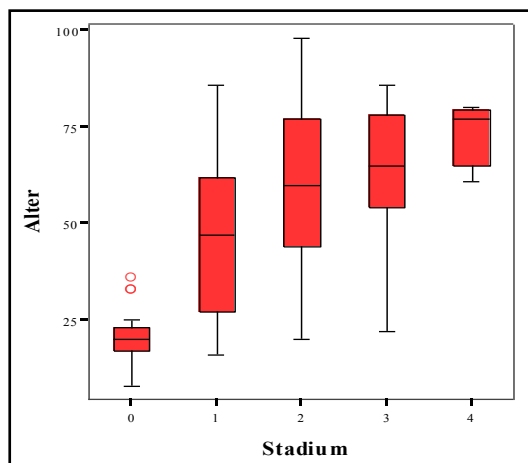


Abb. 16 Cranium - Tabula externa links: S. coronalis und rechts: S. sagittalis – Altersverteilung (Boxplot) in den jeweiligen Stadien

An der Tabula interna sind die höheren Stadien mit höheren Obliterationsgraden stärker vertreten als an der Tabula externa (vgl. Abb. 14). Die unteren Stadien besitzen eine hohe Sensitivität und Spezifität zu den jüngeren Altersgruppen und die oberen Stadien entsprechend zu den oberen Altersgruppen (vgl. Tab. 30; Tab. 31). Für das Stadium null wird eine Sensitivität für die Altersgruppe der bis 19-jährigen von 85,7% und für die Gruppe der 20 bis 29-jährigen von 41,4% ermittelt. Für das Stadium drei werden Sensitivitäten von 60% bis 77,1% für die Altersgruppen 50 Jahre und älter ermittelt. Die Altersspannen der jeweiligen Stadien erstrecken sich auch hier, trotz der regelmäßigeren Obliterationsverläufe an der Tabula interna, über mehrere Altersgruppen, die ab dem Stadium zwei das gesamte Erwachsenenalter überspannen (vgl. Tab. 30). Werden nur das 25. und 75. Perzentil berücksichtigt, zeigen sich wesentlich deutlichere Abgrenzungen der jeweiligen Stadien zueinander als bei den gesamten Spannweiten (vgl. Tab. 32). An der Tabula interna weisen die Nahtabschnitte der Sutura coronalis ($k=+0,67$) und die Sutura sagittalis ($k=+0,63$) die höchsten Korrelationen zum Alter auf. Dabei sind zwischen den jeweiligen Stadien Überschneidungen über mehrere Dekaden zu beobachten (vgl. Abb. 18).

Tab. 30 Cranium - Tabula interna - Verteilung der rezenten Individuen auf die Altersgruppen und Stadien

Stadium	Alter in Jahren							Σ n (%)
	>19 n (%)	20-29 n (%)	30-39 n (%)	40-49 n (%)	50-59 n (%)	60-69 n (%)	70< n (%)	
0	12 (85,7)	12 (41,4)	4 (17,4)	- -	- -	- -	- -	28 (13,0)
1	2 (14,3)	8 (27,6)	6 (26,1)	4 (16,0)	2 (6,7)	1 (2,9)	1 (1,7)	24 (11,1)
2	- -	4 (13,8)	7 (30,4)	13 (52,0)	10 (33,3)	5 (14,3)	7 (11,7)	46 (21,3)
3	- -	5 (17,2)	6 (26,1)	7 (28,0)	18 (60,0)	27 (77,1)	38 (63,3)	101 (46,8)
4	- -	- -	- -	1 (4,0)	- -	2 (5,7)	14 (23,3)	17 (7,9)
Σ	14 (100,0)	29 (100,0)	23 (100,0)	25 (100,0)	30 (100,0)	35 (100,0)	60 (100,0)	216 (100,0)

farbig hervorgehobene Felder mit über 40% der Individuen im jeweiligen Stadium innerhalb der Altersgruppe

Tab. 31 Cranium - Tabula interna – Sensitivität und Spezifität der Altersgruppenzuordnung in den Stadien

Stadium		Alter in Jahren						
		>19 %	20-29 %	30-39 %	40-49 %	50-59 %	60-69 %	70< %
0	Sensitivität	85,7	41,4	17,4	-	-	-	-
	Spezifität	92,1	91,4	87,6	-	-	-	-
1	Sensitivität	14,3	27,6	26,1	16,0	6,7	2,9	1,7
	Spezifität	89,1	91,4	90,7	89,5	88,2	87,3	85,3
2	Sensitivität	-	13,8	30,4	52,0	33,3	14,3	11,7
	Spezifität	-	77,5	79,8	82,7	80,6	77,3	75,0
3	Sensitivität	-	17,2	26,1	28,0	60,0	77,1	63,3
	Spezifität	-	48,5	50,8	50,8	55,4	59,1	59,6
4	Sensitivität	-	-	-	4,0	-	5,7	23,3
	Spezifität	-	-	-	91,6	-	91,7	98,1

farbig hervorgehobene Felder mit einer Sensitivität und Spezifität über 40%

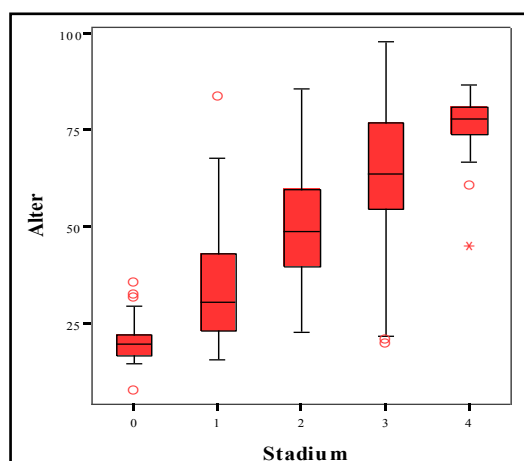


Abb. 17 Cranium - Tabula interna – Altersverteilung (Boxplot) in den jeweiligen Stadien

Tab. 32 Cranium - Tabula interna - Durchschnittliches Alter (in Jahren) in den jeweiligen Stadien

Stadium	MW	Median	Sd	Spannweite		Konfidenzintervall		Perzentile	
				Min	Max	5%	95%	25%	75%
0	20,9	20,0	5,5	15	36	18,8	23,1	17,0	22,8
1	35,6	31,0	16,6	16	84	28,6	42,6	23,3	44,8
2	50,5	49,0	16,3	23	86	45,7	55,4	39,8	60,0
3	63,3	64,0	16,8	20	98	59,9	66,6	54,5	77,0
4	75,8	78,0	10,3	45	87	70,5	81,1	73,0	82,0

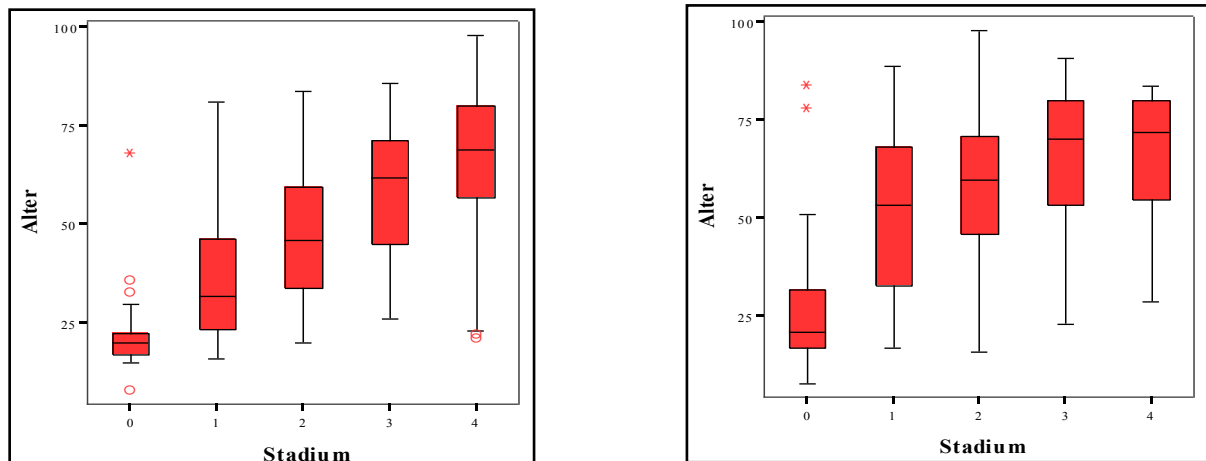


Abb. 18 Cranium - Tabula interna links: S. sagittalis und rechts: S. lambdaidea – Altersverteilung (Boxplot) in den jeweiligen Stadien

Bei der Untersuchung der Obliterationsgrade jeweils für Männer und Frauen sowie im Hinblick auf Seitenunterschiede bei den paarigen Nähten (d.h. linke und rechte Seite) können keine Unterschiede des Obliterationsverlaufes nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse des Verfahrens von Meindl und Lovejoy (1985) zur Obliteration einzelner Nahtabschnitte an der Tabula externa sind auf Grund der geringen Individuenanzahl und der darauf basierenden geringen Aussagemöglichkeiten im Anhang dargestellt.

5.1.2 Clavicula

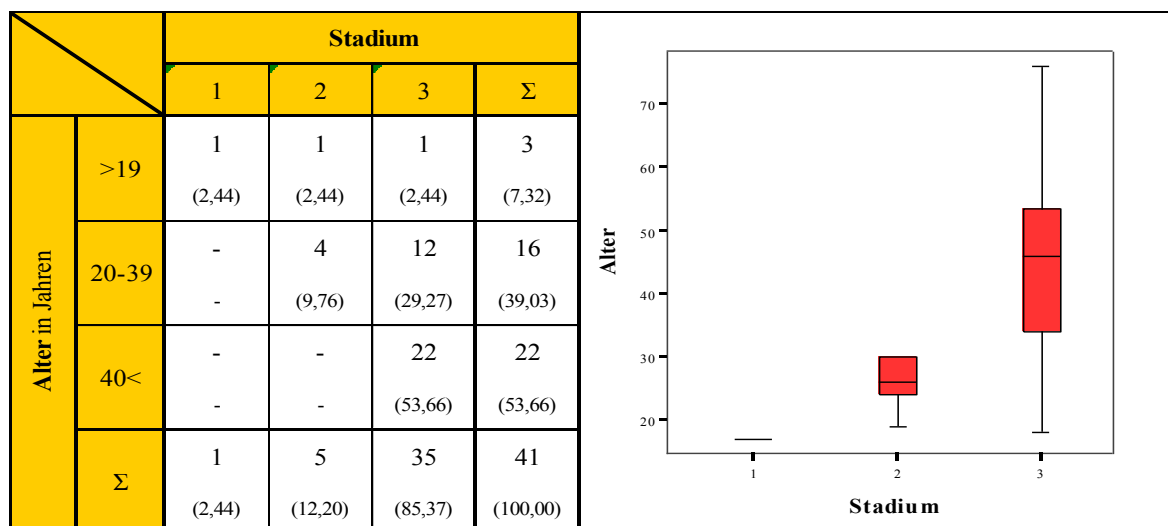
Die Entwicklung und Verwachsung der medialen Epiphyse der Clavicula zeigt bei beiden verwendeten Verfahren (Owings 1981; Szilvássy und Kritscher 1990) nachweisbare Beziehungen zum Alter ($k=+0,56$; vgl. Tab. 33). Zwischen Männern und Frauen sowie zwischen linker und rechter Clavicula werden keine Unterschiede bei dem Ablauf der altersspezifischen Veränderungen in Bezug auf das chronologische Alter ermittelt.

Die hohen Stadien mit einer vollständigen Verwachsung des sternalen Gelenkendes treten auch bei den Individuen in den Altersgruppen bis 39 Jahre auf. Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass die vorliegende Stichprobe verhältnismäßig klein ist ($n=41$).

Tab. 33 Clavicula - Zusammenhang von chronologischem Alter und den Stadien verschiedener Methoden (Korrelationskoeffizient nach Spearman)

Seite	Methode	Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>
links	Szilvassy(1977)	+0,63	0,03
	Owings(1981)	+0,52	0,02
	Mittelwert	+0,56	<0,001
rechts	Szilvassy(1977)	+0,63	0,05
	Owings(1981)	+0,52	0,02
	Mittelwert	+0,56	<0,001

Tab. 34 Clavicula sternales Ende nach Szilvassy (1977) - Verteilung der rezenten Individuen auf die Altersgruppen und Stadien



5.1.3 Os coxae

Facies symphysialis

Bei allen verwendeten Methoden zur Beschreibung der altersspezifischen Veränderungen an der Facies symphysialis (vgl. Abb. 19) werden eindeutige Korrelationen zwischen den Stadien und dem chronologischen Alter ermittelt (vgl. Tab. 35). Dabei zeigen sich die höchsten Korrelationen zum chronologischen Alter mit $k > 0,81$ bei den Verfahren mit den Komponentenmodellen (vgl. Kapitel 2) von McKern und Stewart (1957) und Gilbert und McKern (1973).

Die Berücksichtigung des Geschlechts bei der Graduierung der Stadien, wie bei der Methode nach McKern und Stewart (1957) und Gilbert und McKern (1973), zeigen höhere Korrelationen zwischen den Stadien und dem chronologischen Alter (vgl. Tab. 36). Klare Unterschiede ergaben die Untersuchungen der altersspezifischen Veränderungen nach Brooks und Suchey (1990) getrennt für Männer und Frauen. Bei diesem Verfahren führte die Vernachlässigung

der Frauen zu deutlich höheren Übereinstimmungen zwischen den Stadien und dem chronologischen Alter.

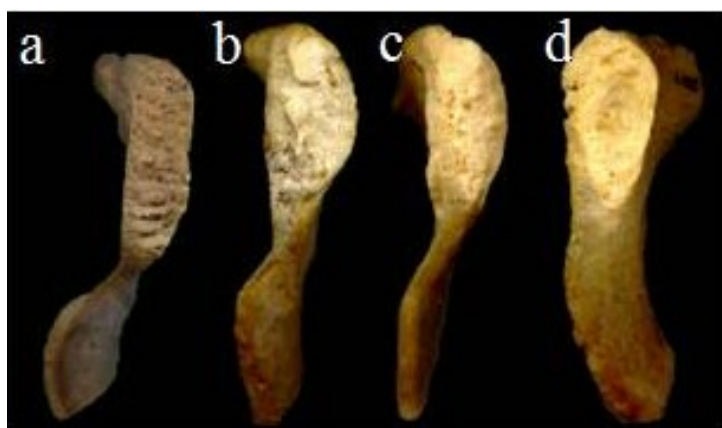


Abb. 19 Facies symphysialis (rezent) – a) 31 Jahre; b) 37 Jahre; c) 57 Jahre; d) 60 Jahre

Tab. 35 Facies symphysialis - Zusammenhang von chronologischem Alter und den Stadien verschiedener Methoden (Korrelationskoeffizient nach Spearman)

Methode	Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>
Todd (1920)	+0,66	<0,001
McKern u. Stewart (1957)*	+0,81	<0,001
Nemeskeri u. Acsádi (1960)	+0,72	<0,001
Gilbert u. McKern (1973)*	+0,87	0,12
Brooks u. Suchey (1990)	+0,49	<0,001

* In die Vergleiche gehen nur die männlichen Individuen (McKern u. Stewart 1957) bzw. nur die weiblichen Individuen (Gilbert u. Mc Kern 1973) ein

Tab. 36 Facies symphysialis – Zusammenhang von chronologischem Alter und den Stadien verschiedener Methoden (Korrelationskoeffizient nach Spearman) - Geschlechtsunterschiede

Methode	Geschlecht	Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>
McKern u. Stewart (1957)	Männer	+0,81	<0,001
	Gesamt	+0,65	<0,001
Gilbert u. McKern (1973)	Frauen	+0,87	0,12
	Gesamt	+0,75	<0,001
Brooks u. Suchey (1990)	Männer	+0,65	<0,001
	Frauen	+0,10	0,51
	Gesamt	+0,49	<0,001

Die an der Facies symphysialis (n=34) ermittelten Verteilungen der altersspezifischen Veränderungen sind in Abb. 20 für das Verfahren nach Brooks und Suchey (1990) dargestellt. Für das Verfahren nach Brooks und Suchey (1990) werden an dieser Stelle die einzelnen Ergebnisse genauer vorgestellt. Aufgrund der kleinen Stichprobe sowie der geringen morphologischen Unterschiede aufeinander folgender Stadien werden die Stadien eins bis zwei, drei bis vier und fünf bis sechs zusammengefasst. Dabei zeigen sich Gruppenhäufungen der Individuen zwischen den Stadien eins bis zwei in der Altersgruppe der bis 19-jährigen, in den Stadien drei bis vier in der Altersgruppe von 20-59 Jahren und der Stadien fünf bis sechs bei den über 60-jährigen. Im mittleren Altersbereich (30 bis 59 Jahre) wurden viele Individuen in höhere Stadien eingeordnet (vgl. Tab. 37 und Tab. 38). Die ermittelten Altersangaben der einzelnen aufeinanderfolgenden Stadien überschneiden sich über mehrere Dekaden. Daher sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Stadien sehr gering. Bei der Zusammenfassung der Stadien zeigen sich deutlichere Abgrenzungen zwischen den einzelnen Spannweiten der jeweiligen Stadien. Die Bereiche der 25. und 95. Perzentile setzten sich dabei deutlich gegeneinander ab (vgl. Abb. 21 und Tab. 39).

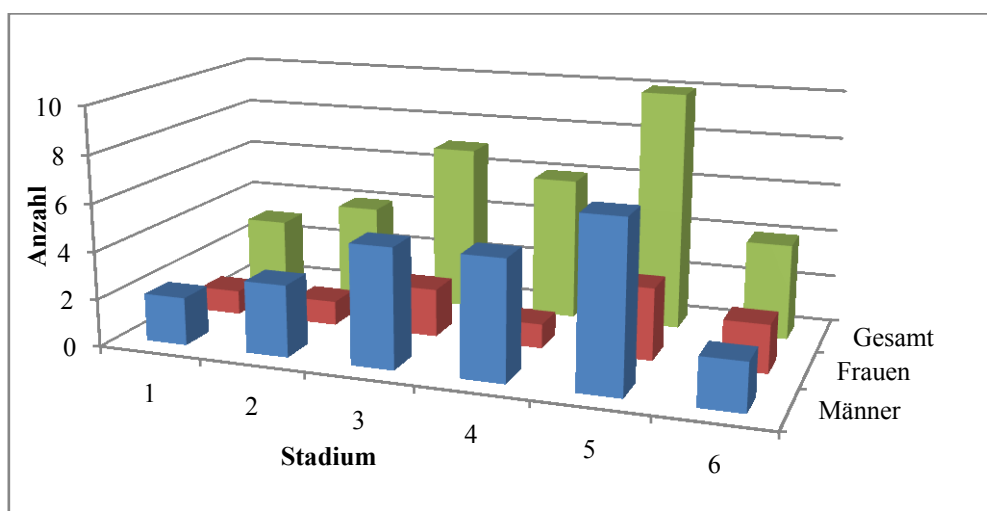


Abb. 20 Facies symphysialis - Verteilung der Stadien nach (Brooks und Suchey 1990) des rezenten Materials

Tab. 37 Facies symphysialis - Verteilung der rezenten Individuen auf die Altersgruppen und Stadien nach Brooks und Suchey (1990)

Stadium	Alter in Jahren							Σ n (%)
	>19 n (%)	20-29 n (%)	30-39 n (%)	40-49 n (%)	50-59 n (%)	60-69 n (%)	70< n (%)	
1-2	3 (100,0)	1 (25,0)	- -	2 (40,0)	- -	1 (16,7)	- -	7 (20,6)
3-4	- -	2 (50,0)	4 (66,7)	1 (20,0)	4 (57,1)	1 (16,7)	1 (33,3)	13 (38,2)
5-6	- -	1 (25,0)	2 (33,3)	2 (40,0)	3 (42,9)	4 (66,7)	2 (66,7)	14 (41,2)
Σ	3 (100,0)	4 (100,0)	6 (100,0)	5 (100,0)	7 (100,0)	6 (100,0)	3 (100,0)	34 (100,0)

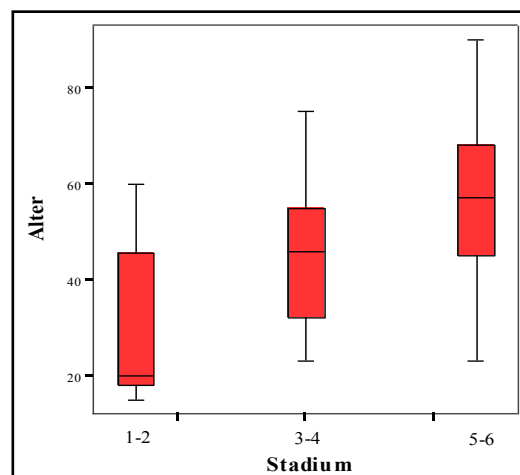
farbig hervorgehobene Felder mit über 40% der Individuen im jeweiligen Stadium innerhalb der Altersgruppe

Tab. 38 Facies symphysialis - Sensitivität und Spezifität der Altersgruppenzuordnung in den Stadien nach Brooks und Suchey (1990)

Stadium		Alter in Jahren						
		>19 %	20-29 %	30-39 %	40-49 %	50-59 %	60-69 %	70< %
1-2	Sensitivität	100,0	25,0	-	40,0	-	16,7	-
	Spezifität	87,1	80,0	-	82,8	-	78,6	-
3-4	Sensitivität	-	50,0	66,7	20,0	57,1	16,7	33,3
	Spezifität	-	63,3	60,7	58,3	59,3	57,1	61,3
5-6	Sensitivität	-	25,0	33,3	40,0	42,9	66,7	66,7
	Spezifität	-	56,7	57,1	58,6	59,3	64,3	61,3

farbig hervorgehobene Felder mit einer Sensitivität und Spezifität über 40%

Abb. 21 Facies symphysialis - Altersverteilung (Boxplot) in den jeweiligen Stadien nach Brooks und Suchey (1990)



Tab. 39 Facies symphysialis - Durchschnittliches Alter (in Jahren) in den jeweiligen Stadien nach Brooks und Suchey (1990)

Stadium	MW	Median	Sd	Spannweite		Konfidenzintervall		Perzentile	
				Min	Max	5%	95%	25%	75%
1	17,0	18,0	1,7	15	18	12,7	21,3	15,0	-
2	42,8	45,5	16,7	20	60	13,2	69,3	26,0	56,8
3	39,3	35,0	15,9	23	66	24,6	54,0	23,0	51,0
4	52,3	54,5	15,2	32	75	36,4	68,3	37,3	63,0
5	58,5	60,0	17,3	31	90	46,1	70,9	43,5	69,5
6	49,0	52,5	19,2	23	68	18,5	79,5	29,3	65,3

Facies auricularis

Die altersspezifischen Veränderungen an der Facies auricularis ossis ilii (vgl. Abb. 22) nach Lovejoy et al. (1985) und Buckberry und Chamberlain (2002) zeigen klare Zusammenhänge zum chronologischen Alter ($k > +0,61$). Bei dem Verfahren nach Igarashi et al. (2005) liegen für die Gesamtpopulation (Männer und Frauen) höhere Korrelationen zum Alter vor ($k = +0,4$), als bei der Verwendung der geschlechtsspezifischen Formeln, die nur geringe Zusammenhänge aufzeigen (vgl. Tab. 40).

Tab. 40 Facies auricularis - Zusammenhang von chronologischem Alter und den Stadien verschiedener Methoden (Korrelationskoeffizient nach Spearman)

Methode		Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>
Lovejoy et al. (1985)		+0,62	<0,001
Buckberry u. Chamberlain (2002)		+0,61	<0,001
Igarashi et al. (2005)	Gesamt	+0,40	<0,001
	Männer	+0,05	0,46
	Frauen	+0,13	0,46



Abb. 22 Facies auricularis - rezent – a) 23 Jahre; b) 31 Jahre; c) 45 Jahre; d) 87 Jahre

Die an der *Facies auricularis* (n=40) ermittelten Verteilungen der altersspezifischen Veränderungen sind in Abb. 23 für das Verfahren nach Lovejoy et al. (1985) dargestellt. Auffällig ist, dass die meisten Individuen sich auf die Stadien zwei bis fünf verteilen.

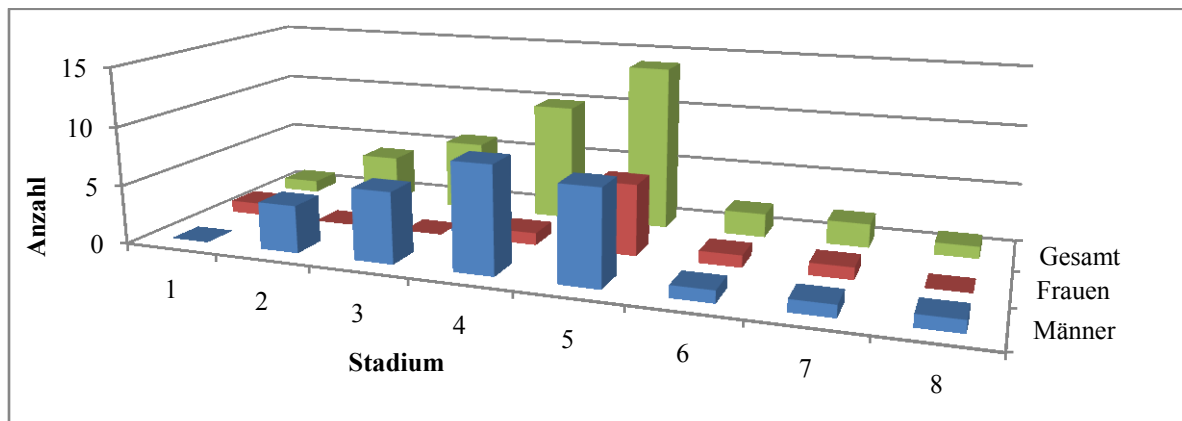


Abb. 23 *Facies auricularis* Verteilung der Stadien nach Lovejoy et al. (1985) des rezenten Materials

Auf die Stadien eins bis zwei verteilen sich die jüngeren Individuen und auf die Stadien drei bis fünf der Großteil der verbleibenden Individuen der höheren Altersgruppen. Die Stadien sechs bis acht wurden nur an insgesamt fünf Individuen beobachtet (vgl. Tab. 41). Unter Berücksichtigung der jeweiligen Sensitivitäten tritt eine auffälligere Trennung für die unteren, mittleren und höheren Altersgruppen auf. So bestehen hohe Sensitivitäten für die Stadien eins bis zwei für die Altersgruppe bis 19 Jahre (Sensitivität von 100%); für die Stadien drei bis vier für die Altersgruppe der 20 bis 49-jährigen (Sensitivität von 42,9% bis 80,0%) sowie das Stadium fünf für die ab 60-jährigen (Sensitivität von 75,0% bis 37,5%; vgl. Tab. 42; Abb. 24). Diese Verteilungen konnten auch bei den ermittelten Altersangaben der einzelnen Stadien bestätigt werden. So zeigen die mittleren Altersangaben (Mittelwert und Median) mit zunehmendem Stadium auch einen graduellen Anstieg. Dieser ist auch bei den Altersspannen zu verzeichnen, wobei Spannweiten von bis zu 46 Jahren (Stadium vier) vorliegen können, die sich zwischen den Stadien demzufolge auch weit überschneiden (vgl. Tab. 43). Entsprechende Resultate zeigten sich auch bei dem Verfahren nach Buckberry und Chamberlain (2002; vgl. Abb. 25).

Tab. 41 Facies auricularis - Verteilung der rezenten Individuen auf die Altersgruppen und Stadien nach Lovejoy et al. (1985)

Stadium	Alter in Jahren							
	>19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70<	Σ
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
1-2	3 (100,0)	1 (20,0)	-	1 (14,3)	-	-	-	5 (12,5)
3-4	-	4 (80,0)	4 (66,7)	3 (42,9)	3 (37,5)	2 (28,6)	-	16 (40,0)
5	-	-	1 (16,7)	3 (42,9)	3 (37,5)	4 (57,1)	3 (75,0)	14 (35,0)
6-8	-	-	1 (16,7)	-	2 (25,0)	1 (14,3)	1 (25,0)	5 (12,5)
Σ	3 (100,0)	5 (100,0)	6 (100,0)	7 (100,0)	8 (100,0)	7 (100,0)	4 (100,0)	40 (100,0)

farbig hervorgehobene Felder mit über 40% der Individuen im jeweiligen Stadium innerhalb der Altersgruppe

Tab. 42 Facies auricularis - Sensitivität und Spezifität der Altersgruppenzuordnung in den Stadien nach Lovejoy et al. (1985)

Stadium		Alter in Jahren							
		>19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70<	
		%	%	%	%	%	%	%	
1-2	Sensitivität	100,0	20,0	-	14,3	-	-	-	
	Spezifität	94,6	88,6	-	87,9	-	-	-	
3-4	Sensitivität	-	80,0	66,7	42,9	37,5	28,6	-	
	Spezifität	-	65,7	64,7	60,6	59,4	57,6	-	
5	Sensitivität	-	-	16,7	42,9	37,5	57,1	75,0	
	Spezifität	-	-	61,8	66,7	65,6	69,7	69,4	
6-8	Sensitivität	-	-	16,7	-	25,0	14,3	25,0	
	Spezifität	-	-	88,2	-	90,6	87,9	88,9	

farbig hervorgehobene Felder mit einer Sensitivität und Spezifität über 40%

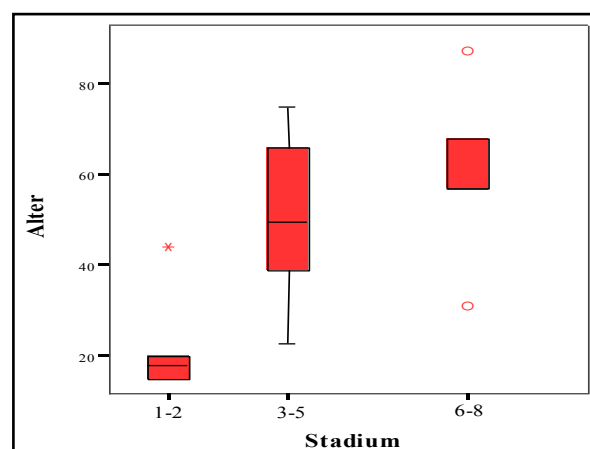


Abb. 24 Facies auricularis - Altersverteilung (Boxplot) in den jeweiligen Stadien nach Lovejoy et al. (1985)

Tab. 43 Facies auricularis - Durchschnittliches Alter (in Jahren) in den jeweiligen Stadien nach Lovejoy et al. (1985)

Stadium	MW	Median	Sd	Spannweite		Konfidenzintervall		Perzentile	
				Min	Max	5%	95%	25%	75%
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	24,3	19,0	13,3	15	44	-	45,5	15,8	38,0
3	38,2	41,0	12,3	23	51	25,3	51,0	24,5	48,8
4	44,0	44,0	16,9	23	69	31,9	56,1	29,0	57,3
5	58,6	61,0	12,7	39	75	51,3	65,9	45,8	69,5
6	72,0	72,0	21,2	57	87	-	-	57,0	-
7	62,5	62,5	7,8	57	68	-	-	57,0	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-

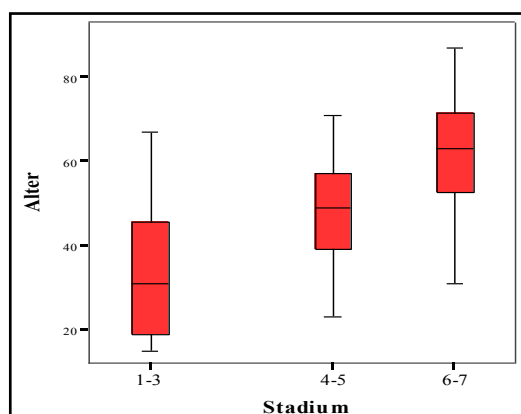


Abb. 25 Facies auricularis - Altersverteilung (Boxplot) in den jeweiligen Stadien nach Buckberry und Chamberlain (2002)

Acetabulum

An allen am Acetabulum untersuchten altersspezifischen Veränderungen (vgl. Abb. 26) wurden eindeutige Zusammenhänge zwischen Stadien und dem chronologischen Alter ermittelt. Besonders hohe Korrelationen zum Alter zeigen die Veränderungen an der Margo acetabuli ($k=+0,53$), der Fossa acetabuli ($k=+0,53$) sowie den Punktsummen ($k=+0,61$).

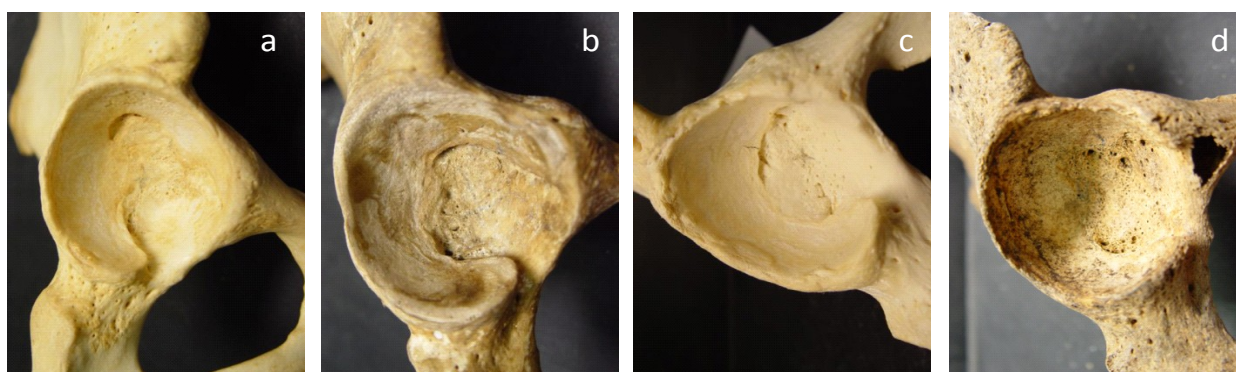


Abb. 26 Acetabulum - rezent a) 18 Jahre; b) 31 Jahre; c) 53 Jahre; d) 75 Jahre

Tab. 44 Acetabulum - Zusammenhang von chronologischem Alter und den Stadien und Punktschritten (Korrelationskoeffizient nach Spearman)

Struktur	Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>
Margo acetabuli	+0,53	<0,001
Facies lunata	+0,36	<0,001
Fossa acetabuli	+0,53	<0,001
Apex	+0,45	<0,001
Punktsumme	+0,61	<0,001

Die Verteilung der ermittelten Punktschritten nach dem Verfahren von Rougé-Maillart et al. (2004) zeigt Abb. 27. Auffällig ist, dass am vorliegenden, rezenten Material die höheren Punktschritten zwölf bis 14 nicht auftreten. Der Vergleich der zusammengefassten Punktschritten mit den Altersgruppen zeigt, dass eine hohe Übereinstimmung und Sensitivität zwischen den unteren Punktschritten (eins bis drei) und den Altersgruppen bis 29 Jahren besteht. In den mittleren Altersgruppen treten die Punktschritten von vier bis zehn sehr weit gestreut über die Altersgruppen der 30 bis 69-jährigen auf. In der Altersgruppe der über 70-jährigen sind bei den meisten Individuen die Punktschritten acht bis elf zu beobachten (vgl. Tab. 45 und Tab. 46). Die ermittelten Altersangaben zeigen eine klare Abgrenzung zwischen jüngeren (bis 29 Jahre) und älteren Individuen (60 Jahre und älter). In den mittleren Altersgruppen herrschen weite Überschneidungen der Altersspannen der jeweiligen Gruppen der Punktschritten vor (vgl. Abb. 28; Tab. 47). Die Bereiche der 25. und 75. Perzentile bewegen sich bei den Punktschritten vier bis sieben und acht bis zehn im Bereich der dritten bis sechsten Lebensdekade. Insbesondere bei den Veränderungen der Margo acetabuli zeigen sich deutlichere Abgrenzungen in jüngere, mittlere und alte Erwachsene (vgl. Abb. 29).

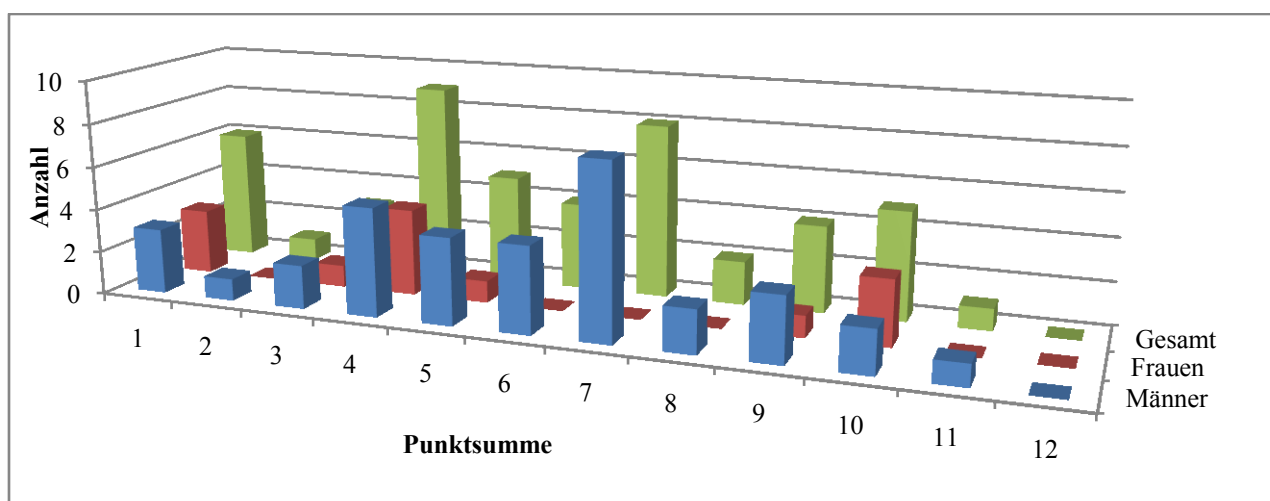


Abb. 27 Acetabulum - Verteilung der Punktschritten nach Rougé-Maillart et al. (2004) des rezenten Materials

Tab. 45 Acetabulum - Verteilung der rezenten Individuen auf die Altersgruppen und Punktsommen nach Rougé-Maillart et al. (2004)

Stadium	Alter in Jahren							Σ n (%)
	>19 n (%)	20-29 n (%)	30-39 n (%)	40-49 n (%)	50-59 n (%)	60-69 n (%)	70< n (%)	
1-3	3 (75,0)	3 (60,0)	- -	- -	- -	1 (11,1)	- -	7 (14,6)
4-7	1 (25,0)	2 (40,0)	3 (50,0)	5 (71,4)	4 (40,0)	5 (55,6)	1 (14,3)	21 (43,8)
8-10	- -	- -	3 (50,0)	2 (28,6)	4 (40,0)	2 (22,2)	3 (42,9)	14 (29,2)
11-14	- -	- -	- -	- -	2 (20,0)	1 (11,1)	3 (42,9)	6 (12,5)
Σ	4 (100,0)	5 (100,0)	6 (100,0)	7 (100,0)	10 (100,0)	9 (100,0)	7 (100,0)	48 (100,0)

farbig hervorgehobene Felder mit über 40% der Individuen im jeweiligen Stadium innerhalb der Altersgruppe

Tab. 46 Acetabulum - Sensitivität und Spezifität der Altersgruppenzuordnung in den Punktsommen nach Rougé-Maillart et al. (2004)

Stadium		Alter in Jahren						
		>19 %	20-29 %	30-39 %	40-49 %	50-59 %	60-69 %	70< %
1-3	Sensitivität	75,0	60,0	-	-	-	11,1	-
	Spezifität	90,9	90,9	-	-	-	84,6	-
4-7	Sensitivität	25,0	40,0	50,0	71,4	40,0	55,6	14,3
	Spezifität	54,6	55,8	57,1	61,0	55,3	59,0	51,2
8-10	Sensitivität	-	-	50,0	28,6	40,0	22,2	42,9
	Spezifität	-	-	73,8	70,7	73,7	69,2	73,2
11-14	Sensitivität	-	-	-	-	20,0	11,1	42,9
	Spezifität	-	-	-	-	89,5	87,2	92,7

farbig hervorgehobene Felder mit einer Sensitivität und Spezifität über 40%

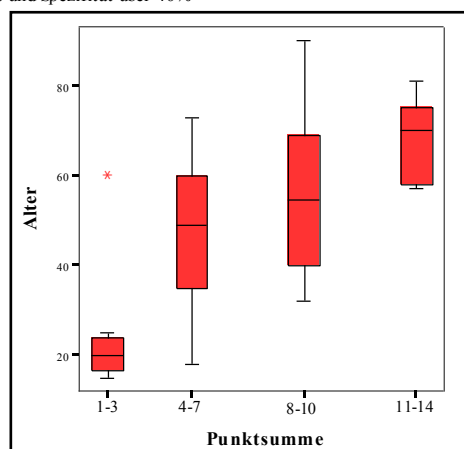


Abb. 28 Acetabulum - Altersverteilung (Boxplot) in den jeweiligen Punktsommen nach Rougé-Maillart et al. (2004)

Tab. 47 Acetabulum - Durchschnittliches Alter (in Jahren) in den jeweiligen Punktsommengruppen nach Rougé-Maillart et al. (2004)

Punktsumme	MW	Median	Sd	Spannweite		Konfidenzintervall		Perzentile	
				Min	Max	5%	95%	25%	75%
1-3	25,1	20,0	15,8	15	60	10,5	39,8	15,0	25,0
4-7	47,9	49,0	16,1	18	73	40,5	55,2	33,0	61,5
8-10	57,4	54,5	18,1	32	90	47,0	67,9	39,8	70,3
11-14	68,5	70,0	9,5	57	81	58,6	78,4	57,8	76,5

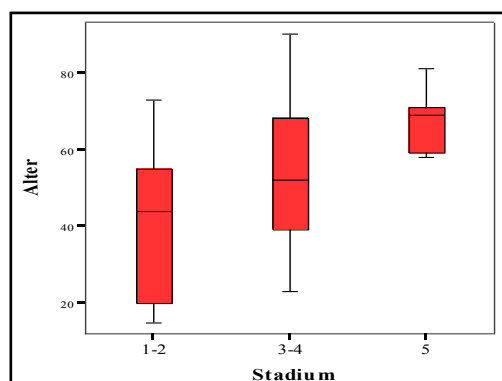


Abb. 29 Acetabulum - Altersverteilung (Boxplot) in den Stadien der Margo acetabuli nach Rougé-Maillart et al. (2004)

5.1.4 Transitions-Analyse

Die Verteilung der Individuen ($n=47$), die mit Hilfe der Transitions-Analyse (Boldsen et al. 2002) bestimmt wurden, auf die ermittelten Altersgruppen ist aus Abb. 30 ersichtlich.

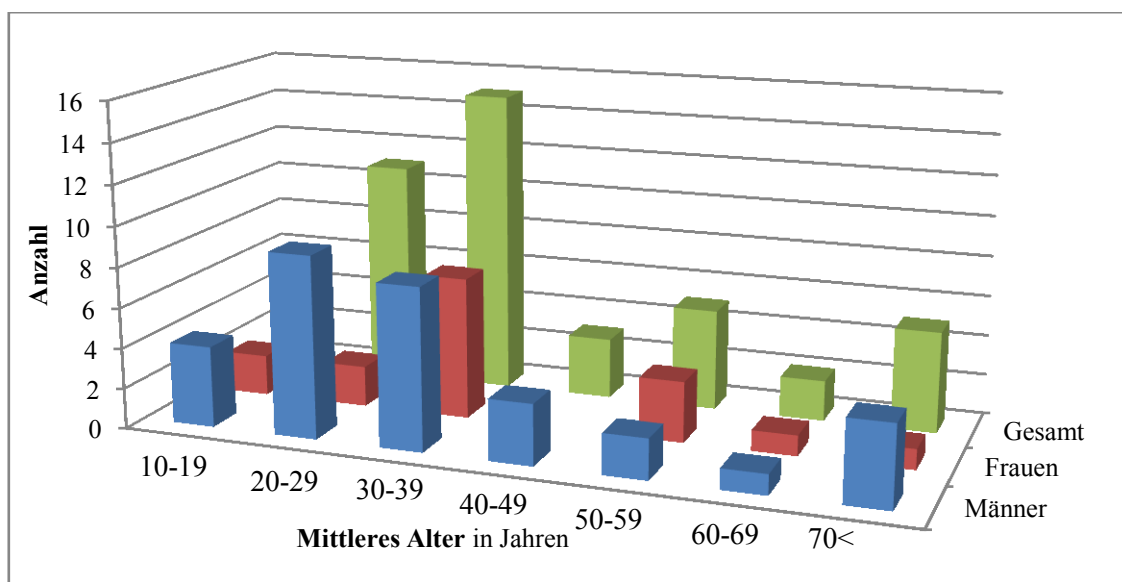


Abb. 30 Transitions-Analyse – mittleres, wahrscheinliches Alter - Verteilung der Individuen der rezenten Serie auf die Altersgruppen (biologisches Alter)

Die Resultate der Transitions-Analyse zeigen hohe Korrelationen zwischen dem chronologischen Alter und dem ermittelten, mittleren, wahrscheinlichen Alter ($k=+0,60$; vgl. Tab. 48). Bei der Untersuchung der Einzelkomponenten dieses Verfahrens zeigen sich am Schädel, bis auf die Veränderungen am Asterion und Obelion, geringe Zusammenhänge zum chronologi-

schen Alter (z.B. Pterion: $k=-0,06$). Die Veränderungen an der Facies symphysialis und auricularis zeigen bei den Einzelmerkmalen die höchsten Korrelationen zum Alter (z.B. an der Facies symphysialis der ventrale Rand: $k=+0,57$; an der Facies auricularis der obere Anteil der Retroauricularfläche: $k=+0,63$; vgl. Tab. 48).

Bei der Betrachtung geschlechtsspezifischer Altersveränderungen wurden keine Unterschiede zwischen Männern und Frauen ermittelt. Des Weiteren wurden keine Seitenunterschiede festgestellt.

Die Verteilung der Individuen auf die chronologischen Altersgruppen und die ermittelten Altersgruppen des mittleren, wahrscheinlichen Alters sowie die Sensitivitäten zeigen deutliche Beziehungen zwischen den Altersgruppen des chronologischen und biologischen Alters. Allerdings werden Individuen mit einem biologischen Alter von bis zu 29 Jahren mit Hilfe der Transitions-Analyse auch auf bis zu 69 Jahre geschätzt. In der Altersgruppe der 30 bis 59-jährigen sind die Streuungen bis in die biologischen Altersgruppen von über 70 Jahren zu beobachten. Bei den Individuen in höherem Alter zeigen sich höhere Sensitivitäten mit 50,0% für die Altersgruppe der über 70-jährigen. Damit lassen sich jüngere Individuen mit einer geringeren Sicherheit von den älteren Individuen abgrenzen. Im mittleren Altersbereich sind die Überschneidungen sehr groß und führen oft zu Überschätzungen der Individuen (vgl. Tab. 49; Tab. 50; Abb. 31).

Bei den Einzelmerkmalen zeigen sich ebenfalls weite Überschneidungen der ermittelten Altersspannen über mehrere Dekaden zwischen den jeweiligen Stadien. Deutlich sind jedoch die klar gegeneinander abgegrenzten Bereiche der Mediane erkennbar (vgl. Abb. 31; Abb. 32).

Tab. 48 Transitions-Analyse - Zusammenhang von chronologischem Alter und den Stadien und Altersgruppen des biologischen Alters verschiedener Merkmale (Korrelationskoeffizient nach Spearman)

Struktur		Korrelation	Signifikanz
		<i>k</i>	<i>p</i>
Cranium	Pterion	-0,06	0,99
	Obelion	+0,58	0,12
	Asterion	+0,93	<0,001
	S. interpalatina	+0,30	0,55
	S. zygomaticomaxillare	-0,33	0,45
Facies symphysialis	Relief	+0,56	<0,001
	Textur	+0,47	<0,001
	Apex	+0,48	<0,001
	Ventraler Rand	+0,57	<0,001
	Dorsaler Rand	+0,44	0,01
Facies auricularis	Topographie superior	+0,53	<0,001
	Topographie inferior	+0,38	0,01
	Morphologie superior	+0,36	0,01
	Morphologie apical	+0,38	0,01
	Morphologie inferior	+0,39	0,03
	Textur inferior	+0,60	<0,001
	Retroauricularfläche superior	+0,63	<0,001
	Retroauricularfläche inferior	+0,48	<0,001
	Spiculae	+0,22	0,28
Mittleres wahrscheinliches Alter		+0,60	<0,001
Minimales wahrscheinliches Alter		+0,46	0,01
Maximales wahrscheinliches Alter		+0,48	<0,001

Tab. 49 Transitions – Analyse –Verteilung der rezenten Individuen auf die Altersgruppen (chronologisch) und die Altersgruppen (biologisch) nach den Angaben des „Mittlere wahrscheinlichen Alters“

Biologisches Alter in Jahren	Alter in Jahren							
	>19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70<	Σ
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
>29	4 (100,0)	1 (50,0)	5 (55,6)	3 (50,0)	2 (20,0)	2 (20,0)	-	17 (36,2)
30-59	-	1 (50,0)	4 (44,4)	3 (50,0)	6 (60,0)	6 (60,0)	3 (50,0)	23 (48,9)
60<	-	-	-	-	2 (20,0)	2 (20,0)	3 (50,0)	7 (14,9)
Σ	4 (100,0)	2 (100,0)	9 (100,0)	6 (100,0)	10 (100,0)	10 (100,0)	6 (100,0)	47 (100,0)

Tab. 50 Transitions-Analyse - Sensitivität und Spezifität der Altersgruppenzuordnung nach den Angaben des „Mittlere wahrscheinlichen Alters“

Biologisches Alter in Jahren		Alter in Jahren						
		>19 %	20-29 %	30-39 %	40-49 %	50-59 %	60-69 %	70< %
>29	Sensitivität	100,0	50,0	55,6	50,0	20,0	20,0	-
	Spezifität	69,8	64,4	68,4	65,9	59,5	59,5	-
30-59	Sensitivität	-	50,0	44,4	50,0	60,0	60,0	50,0
	Spezifität	-	51,1	50,0	51,2	54,1	54,1	51,2
60<	Sensitivität	-	-	-	-	20,0	20,0	50,0
	Spezifität	-	-	-	-	86,5	86,5	90,2

farbig hervorgehobene Felder mit einer Sensitivität und Spezifität über 40%

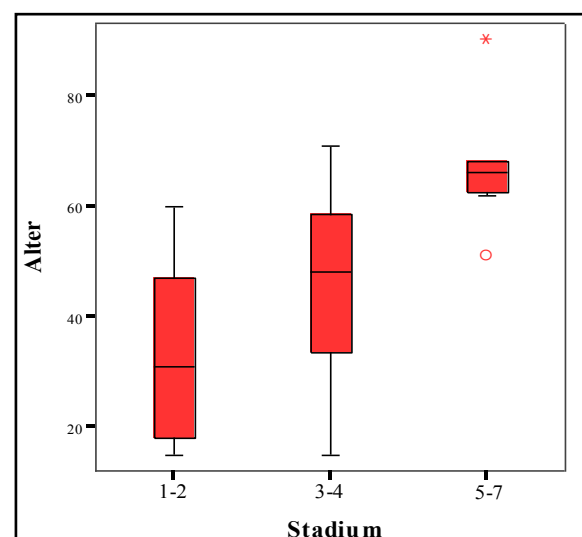
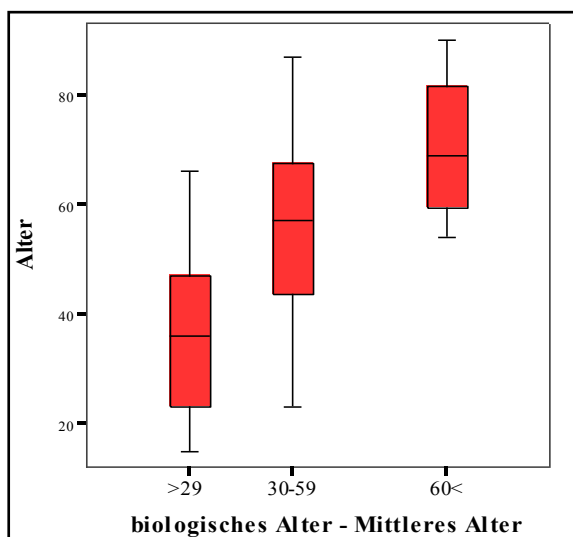


Abb. 31 Transitions Analyse - links: „Mittlere wahrscheinliches Alter“; rechts: ventraler Rand der Facies symphysialis – Altersverteilung (Boxplot) in den jeweiligen Altersgruppen (biologisch) bzw. Stadien

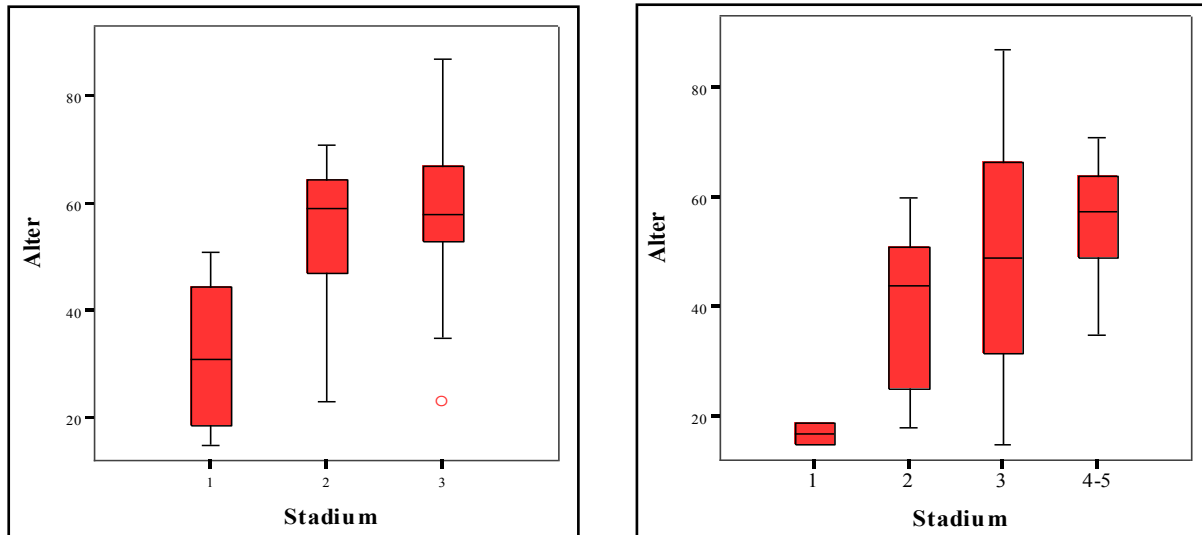


Abb. 32 Transitions Analyse - links: superiore Oberfläche (Topographie) der Facies auricularis; rechts: apicales Relief (Morphologie) der Facies auricularis – Altersverteilung (Boxplot) in den jeweiligen Stadien

5.1.5 Histologische Untersuchungen

Die histo-morphologischen Veränderungen am Femur sind auszugsweise im Folgenden in Abb. 33 dargestellt.

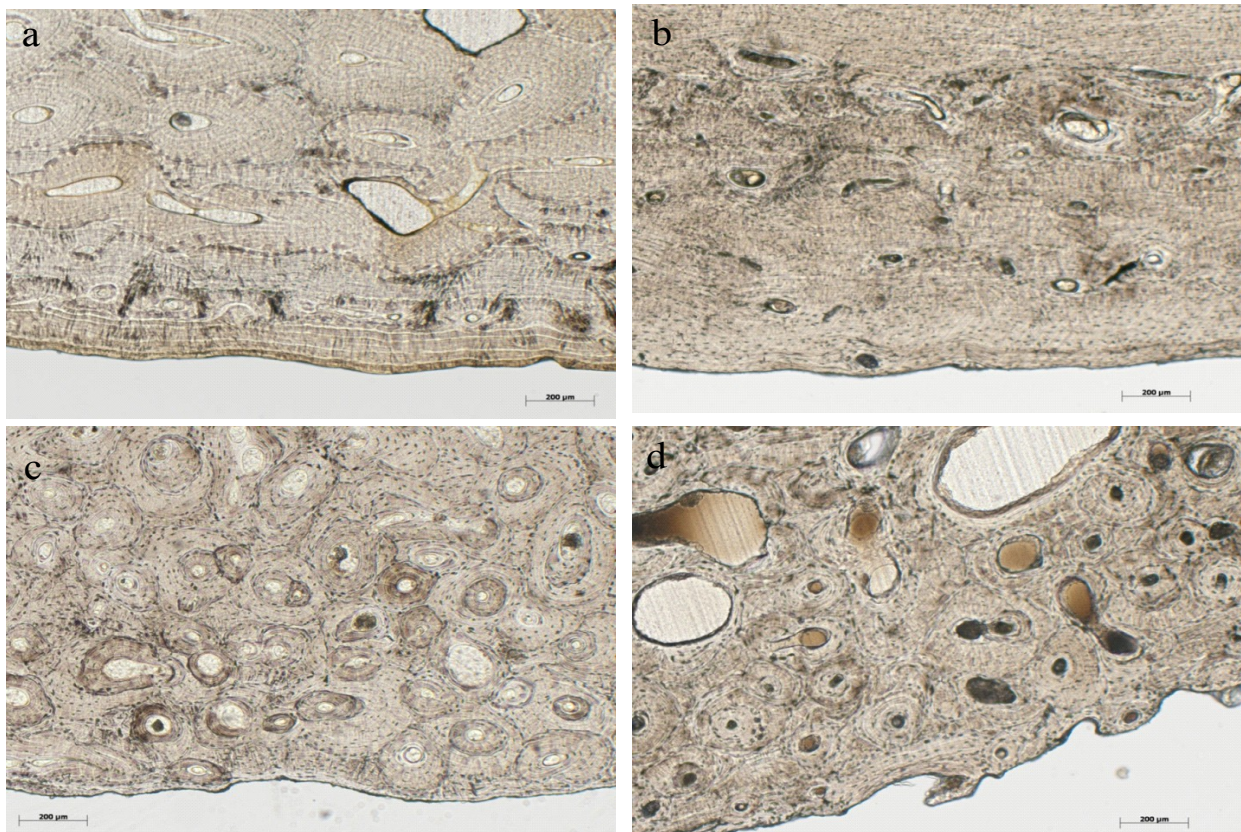


Abb. 33 Femur (rezent)- Histologie - periostal anterior (100fache Vergrößerung) – a) 17 Jahre, männlich – vereinzelte heterogene Osteone, große Anteile von Generallamellen; b) 21 Jahre, männlich – vereinzelte, homogenere Osteone, große Anteile der Generallamellen ; c) 58 Jahre männlich – zahlreiche homogene Osteone ohne Generallamelle; d) 86 Jahre weiblich - Lakenbildung

Für die histologischen Untersuchungen am Femur stehen 83 Individuen zur Verfügung (vgl. Abb. 34).

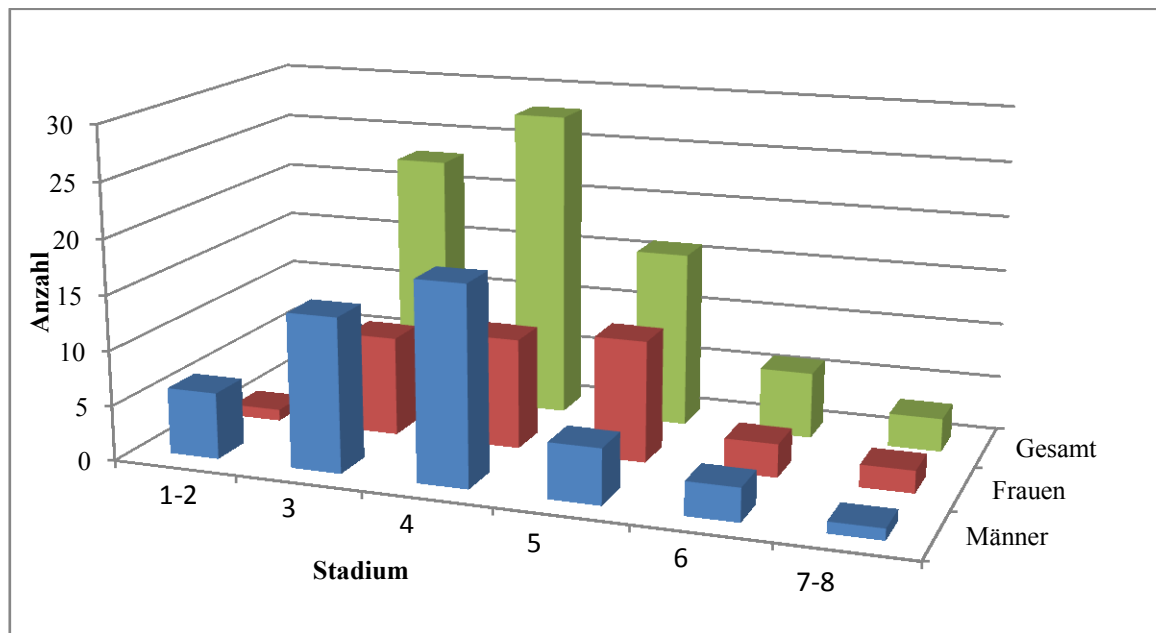


Abb. 34 Femur Histologie – morphologischer Gesamtaspekt - Verteilung der Stadien des rezenten Materials

Bei allen untersuchten Arealen sowie Kombinationen verschiedener Areale werden hohe Korrelationen zwischen den Stadien und dem chronologischen Alter festgestellt ($k > +0,69$). Insbesondere die periostalen und periostal-medialen Bereiche scheinen besonders gut mit dem chronologischen Alter zu korrelieren ($k > +0,69$). Die Berechnungen der Mittelwerte mehrerer Areale ergaben höhere statistische Zusammenhänge ($k > +0,8$); vgl. Tab. 51).

Die Veränderungen an der Linea aspera (Areal 5) korrelieren ähnlich hoch ($k > +0,75$) mit dem chronologischen Alter, wie die anderen untersuchten Areale auch. Die Einbeziehung bzw. der Ausschluss der Beurteilung der histo-morphologischen Veränderungen an der Linea aspera haben am vorliegenden Material keinen Einfluss auf die Zusammenhänge zwischen dem chronologischen Alter und den Mittelwerten der Stadien der untersuchten Areale (vgl. Tab. 52).

Tab. 51 Femur - Histologie - Zusammenhang von chronologischem Alter und den Stadien verschiedener Areale (Korrelationskoeffizient nach Spearman)

Areale*	"Ringe"*					
	periostal	periostal-medial	medial	endostal-medial	endostal	Gesamt
1	+0,79	+0,84	+0,82	+0,80	+0,80	+0,84
2	+0,79	+0,85	+0,80	+0,81	+0,76	+0,82
3	+0,83	+0,76	+0,71	+0,76	+0,75	+0,76
4	+0,81	+0,78	+0,78	+0,83	+0,77	+0,83
5	+0,75	+0,79	+0,81	+0,82	+0,81	+0,85
6	+0,69	+0,69	+0,78	+0,80	+0,82	+0,81
7	+0,83	+0,81	+0,74	+0,79	+0,76	+0,83
8	+0,74	+0,77	+0,76	+0,76	+0,72	+0,77
Gesamt	+0,87	+0,84	+0,82	+0,83	+0,81	+0,84

*die Resultate der Signifikanztests für alle einzelnen Areale und Arealkombinationen waren $p < 0,001$

Tab. 52 Femur – Histologie Vergleich der Korrelationen (Korrelationskoeffizient nach Spearman) bei Verwendung bzw. bei Ausschluss der Linea aspera (Areal 5) aus den Berechnungen

"Ring"	Korrelationen*	
	mit Linea aspera	ohne Linea aspera
periostal	+0,87	+0,87
periostalmedial	+0,84	+0,84
medial	+0,82	+0,82
endostalmedial	+0,83	+0,83
endostal	+0,81	+0,81

* für alle Areale $p < 0,001$

Im Folgenden werden einzelne Ergebnisse ausgewählter Areale separat vorgestellt.

Die **periostalen** Areale zeigen sehr hohe Übereinstimmungen ($k > +0,74$) zwischen dem zunehmenden chronologischen Alter und den zunehmenden Stadien. So zeigt Stadium eins bis zwei eine sehr hohe Sensitivität (42,9%) gegenüber der Altersgruppe der bis 19-jährigen, während Stadium drei die hohen Sensitivitäten (57,1% bis 60,0%) in den Altersgruppen der bis 29-jährigen aufweist. Es können über alle Altersgruppen ähnlich hohe Sensitivitäten beobachtet werden. In der höchsten Altersgruppe liegt die höchste Sensitivität im Stadium sechs bei 80% der 60 bis 69-jährigen und bei 76,9% der über 70-jährigen, während nur bei einem kleinen Teil der Individuen dieser Gruppe das Stadium sieben bis acht bestimmt wurde (vgl. Tab. 53; Tab. 54). Die berechneten Altersverteilungen zeigen deutlich gegeneinander abge-

setzte Altersgruppen der jeweiligen Stadien. Insbesondere die unteren Stadien (bis Stadium drei) weisen sehr enge Altersspannen auf. Das Stadium vier und Stadium sechs zeigen höhere Spannweiten von bis zu 35 Jahren. In den höchsten Stadien sieben bis acht werden engere Altersspannen beobachtet (vgl. Abb. 35; Tab. 55).

Tab. 53 Femur periostal – Histologie - Verteilung der rezenten Individuen auf die Altersgruppen und Stadien

Stadium	Alter in Jahren							Σ n (%)
	>19 n (%)	20-29 n (%)	30-39 n (%)	40-49 n (%)	50-59 n (%)	60-69 n (%)	70< n (%)	
1-2	3 (42,9)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	3 (3,8)
3	4 (57,1)	6 (60,0)	- -	- -	- -	- -	- -	10 (12,7)
4	- -	4 (40,0)	1 (50,0)	5 (100,0)	3 (15,8)	- -	- -	13 (16,5)
5	- -	- -	1 (50,0)	- -	9 (47,4)	1 (10,0)	2 (7,7)	13 (16,5)
6	- -	- -	- -	- -	7 (36,8)	8 (80,0)	20 (76,9)	35 (44,3)
7-8	- -	- -	- -	- -	- -	1 (10,0)	4 (15,4)	5 (6,3)
Σ	7 (100,0)	10 (100,0)	2 (100,0)	5 (100,0)	19 (100,0)	10 (100,0)	26 (100,0)	79 (100,0)

farbig hervorgehobene Felder mit über 40% der Individuen im jeweiligen Stadium innerhalb der Altersgruppe

Tab. 54 Femur periostal - Histologie - Sensitivität und Spezifität der Altersgruppenzuordnung in den Stadien

Stadium		Alter in Jahren						
		>19 %	20-29 %	30-39 %	40-49 %	50-59 %	60-69 %	70< %
1-2	Sensitivität	42,9	-	-	-	-	-	-
	Spezifität	100,0	-	-	-	-	-	-
3	Sensitivität	57,1	60,0	-	-	-	-	-
	Spezifität	91,7	94,2	-	-	-	-	-
4	Sensitivität	-	40,0	50,0	100,0	15,8	-	-
	Spezifität	-	87,0	84,4	89,2	83,3	-	-
5	Sensitivität	-	-	50,0	-	47,4	10,0	7,7
	Spezifität	-	-	84,4	-	93,3	82,6	79,2
6	Sensitivität	-	-	-	-	36,8	80,0	76,9
	Spezifität	-	-	-	-	53,3	60,9	71,7
7-8	Sensitivität	-	-	-	-	-	10,0	15,4
	Spezifität	-	-	-	-	-	94,2	98,1

farbig hervorgehobene Felder mit einer Sensitivität und Spezifität über 40%

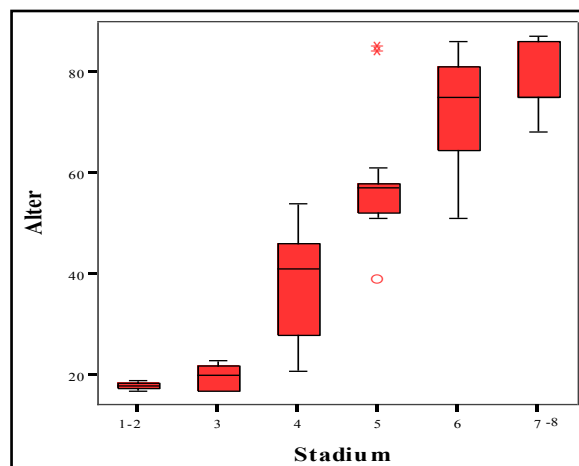


Abb. 35 Femur periostal – Histologie – Altersverteilung (Boxplot) in den jeweiligen Stadien

Tab. 55 Femur periostal – Histologie – Durchschnittliches Alter (in Jahren) in den jeweiligen Stadien

Stadium	MW	Median	Sd	Spannweite		Konfidenzintervall		Perzentile	
				Min	Max	5%	95%	25%	75%
1-2	18,0	18,0	1,0	17	19	15,5	20,5	17,0	-
3	19,3	20,0	2,5	17	23	17,4	21,3	17,0	22,3
4	38,8	41,0	11,3	21	54	32,0	45,6	27,0	48,0
5	58,6	57,0	12,7	39	85	51,0	66,3	52,0	59,5
6	71,6	75,0	10,6	51	86	67,9	75,3	64,0	81,0
7-8	78,2	75,0	8,1	68	87	68,1	88,3	71,5	86,5

Bei den **medialen** Femurarealen sind kaum Individuen in den Stadien eins bis zwei zu beobachten. Die Individuen der Altersgruppe der bis 29-jährigen besitzen die höchsten Sensitivitäten von 42,9% bis 70,0% für die Stadien drei und vier. In den mittleren Altersgruppen (30 bis 49 Jahre) zeigen sich Sensitivitäten von 40,0% bis 60,0% für die Stadien vier bis fünf. Die höheren Altersgruppen der 50 bis 69-jährigen sind mit 40,0% bis 60,0% hoch sensitiv für die Stadien sechs bis sieben. Auffällig ist, dass die hohe Altersgruppe der über 70-jährigen eine hohe Sensitivität (65,4%) für das Stadium sieben aufweist (vgl. Tab. 56; Tab. 57). Die Altersverteilungen zeigen insbesondere unter Betrachtung der ermittelten Perzentile deutliche Abgrenzungen innerhalb der verschiedenen Stadien. Dabei umfassen die mittleren Stadien (vier bis sechs) deutlich mehrere Dekaden. (vgl. Abb. 36; Tab. 58).

Tab. 56 Femur medial – Histologie - Verteilung der rezenten Individuen auf die Altersgruppen und Stadien

Stadium	Alter in Jahren							Σ n (%)
	>19 n (%)	20-29 n (%)	30-39 n (%)	40-49 n (%)	50-59 n (%)	60-69 n (%)	70< n (%)	
1-2	1 (14,3)	- -	- -	- -	- -	- -	- -	1 (1,3)
3	3 (42,9)	2 (20,0)	- -	- -	- -	- -	- -	5 (6,3)
4	3 (42,9)	7 (70,0)	1 (50,0)	3 (60,0)	2 (10,5)	- -	- -	16 (20,3)
5	- -	1 (10,0)	1 (50,0)	2 (40,0)	5 (26,3)	- -	- -	9 (11,4)
6	- -	- -	- -	- -	9 (47,4)	4 (40,0)	7 (26,9)	20 (25,3)
7	- -	- -	- -	- -	3 (15,8)	6 (60,0)	17 (65,4)	26 (32,9)
8	- -	- -	- -	- -	- -	- -	2 (7,7)	2 (2,5)
Σ	7 (100,0)	10 (100,0)	2 (100,0)	5 (100,0)	19 (100,0)	10 (100,0)	26 (100,0)	79 (100,0)

farbig hervorgehobene Felder mit über 40% der Individuen im jeweiligen Stadium innerhalb der Altersgruppe

Tab. 57 Femur medial - Histologie - Sensitivität und Spezifität der Altersgruppenzuordnung in den Stadien

Stadium		Alter in Jahren						
		>19 %	20-29 %	30-39 %	40-49 %	50-59 %	60-69 %	70< %
1-2	Sensitivität	14,3	-	-	-	-	-	-
	Spezifität	100,0	-	-	-	-	-	-
3	Sensitivität	42,9	20,0	-	-	-	-	-
	Spezifität	97,2	95,7	-	-	-	-	-
4	Sensitivität	42,9	70,0	50,0	60,0	10,5	-	-
	Spezifität	81,9	87,0	80,5	82,4	76,7	-	-
5	Sensitivität	-	10,0	50,0	40,0	26,3	-	-
	Spezifität	-	88,4	89,6	90,5	93,3	-	-
6	Sensitivität	-	-	-	-	47,4	40,0	26,9
	Spezifität	-	-	-	-	81,7	76,8	75,5
7	Sensitivität	-	-	-	-	15,8	60,0	65,4
	Spezifität	-	-	-	-	61,7	71,0	83,0
8	Sensitivität	-	-	-	-	-	-	7,7
	Spezifität	-	-	-	-	-	-	100,0

farbig hervorgehobene Felder mit einer Sensitivität und Spezifität über 40%

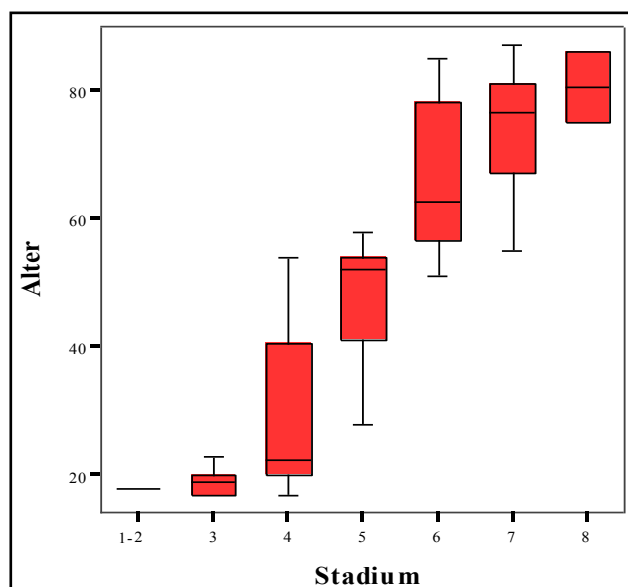


Abb. 36 Femur medial – Histologie – Altersverteilung (Boxplot) in den jeweiligen Stadien

Tab. 58 Femur medial – Histologie – Durchschnittliches Alter (in Jahren) in den jeweiligen Stadien

Stadium	MW	Median	Sd	Spannweite		Konfidenzintervall		Perzentile	
				Min	Max	5%	95%	25%	75%
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	19,2	19,0	2,5	17	23	16,1	22,3	17,0	21,5
4	30,1	23,0	13,2	17	54	22,8	37,4	20,0	40,8
5	47,3	52,0	10,0	28	58	39,7	55,0	40,0	55,5
6	65,8	62,5	12,4	51	85	60,0	71,6	56,3	79,5
7	74,0	76,0	9,6	55	87	70,0	77,9	67,0	81,3
8	80,5	80,5	7,8	75	86	-	-	75,0	-

Bei der Untersuchung der **endostalen** Areale fällt auf, dass ein Großteil der Individuen der unteren Altersgruppen (bis 29 Jahre) den Stadien drei und vier zugeordnet werden. Bereits ab der Altersgruppe der 50 bis 59-jährigen sind die Stadien vier bis acht vertreten. In den Altersgruppen der 60 bis 69 und der über 70-jährigen sind die höchsten Sensitivitäten im Stadium sieben zu beobachten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in der Altersgruppe der über 70-jährigen auch neun Individuen im Stadium acht vertreten sind (vgl. Tab. 59; Tab. 60). Bei dem Vergleich der ermittelten Altersspannen fällt auf, dass die Altersangaben der Stadien eins bis zwei und drei sehr eng sind, während die Spannweiten der höheren Stadien, mit bis zu 46 Jahren im Stadium sechs, sehr weit sind. Insbesondere das Stadium sechs überspannt den gesamten Altersbereich der über 40-jährigen. In den Stadien sieben bis acht herrschen große Überschneidungen der Altersspannen (vgl. Abb. 37; Tab. 61).

Tab. 59 Femur endostal – Histologie - Verteilung der rezenten Individuen auf die Alters-gruppen und Stadien

Stadium	Alter in Jahren							Σ n (%)
	>19 n (%)	20-29 n (%)	30-39 n (%)	40-49 n (%)	50-59 n (%)	60-69 n (%)	70< n (%)	
1-2	2 (28,6)	1 (11,1)	- -	- -	- -	- -	- -	3 (3,8)
3	5 (71,4)	5 (55,6)	- -	2 (40,0)	- -	- -	- -	12 (15,4)
4	- -	3 (33,3)	1 (50,0)	3 (60,0)	4 (21,1)	- -	- -	11 (14,1)
5	- -	- -	- -	- -	6 (31,6)	1 (10,0)	1 (3,8)	8 (10,3)
6	- -	- -	1 (50,0)	- -	4 (21,1)	1 (10,0)	5 (19,2)	11 (14,1)
7	- -	- -	- -	- -	3 (15,8)	5 (50,0)	11 (42,3)	19 (24,4)
8	- -	- -	- -	- -	2 (10,5)	3 (30,0)	9 (34,6)	14 (17,9)
Σ	7 (100,0)	9 (100,0)	2 (100,0)	5 (100,0)	19 (100,0)	10 (100,0)	26 (100,0)	78 (100,0)

farbig hervorgehobene Felder mit über 40% der Individuen im jeweiligen Stadium innerhalb der Altersgruppe

Tab. 60 Femur endostal - Histologie - Sensitivität und Spezifität der Altersgruppenzuordnung in den Stadien

Stadium		Alter in Jahren						
		>19 %	20-29 %	30-39 %	40-49 %	50-59 %	60-69 %	70< %
1-2	Sensitivität	28,6	11,1	-	-	-	-	-
	Spezifität	98,6	97,1	-	-	-	-	-
3	Sensitivität	71,4	55,6	-	40,0	-	-	-
	Spezifität	90,1	89,9	-	86,3	-	-	-
4	Sensitivität	-	33,3	50,0	60,0	21,1	-	-
	Spezifität	-	88,4	86,8	89,0	88,1	-	-
5	Sensitivität	-	-	-	-	31,6	10,0	3,8
	Spezifität	-	-	-	-	96,6	89,7	86,5
6	Sensitivität	-	-	50,0	-	21,1	10,0	19,2
	Spezifität	-	-	86,8	-	88,1	85,3	88,5
7	Sensitivität	-	-	-	-	15,8	50,0	42,3
	Spezifität	-	-	-	-	72,9	79,4	84,6
8	Sensitivität	-	-	-	-	10,5	30,0	34,6
	Spezifität	-	-	-	-	79,7	83,8	90,4

farbig hervorgehobene Felder mit einer Sensitivität und Spezifität über 40%

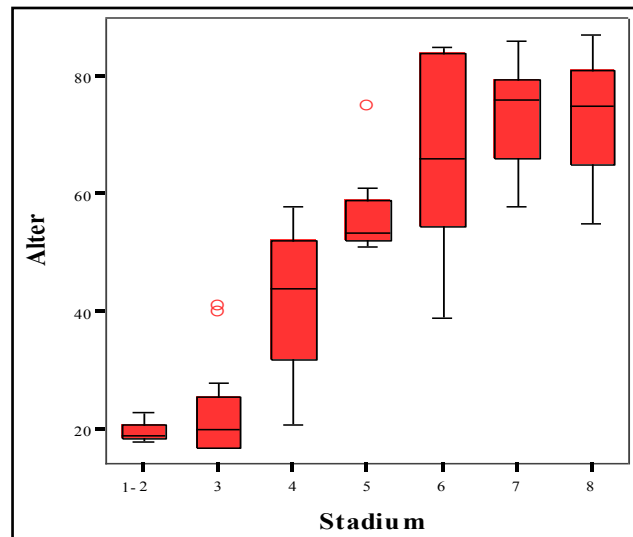


Abb. 37 Femur endostal – Histologie – Altersverteilung (Boxplot) in den jeweiligen Stadien

Tab. 61 Femur endostal – Histologie – Durchschnittliches Alter (in Jahren) in den jeweiligen Stadien

Stadium	MW	Median	Sd	Spannweite		Konfidenzintervall		Perzentile	
				Min	Max	5%	95%	25%	75%
1-2	20,0	19,0	2,6	18	23	13,4	26,6	18,0	-
3	23,1	20,0	8,8	17	41	17,5	28,1	17,0	26,8
4	41,6	44,0	13,5	21	58	32,5	50,6	26,0	54,0
5	56,9	53,5	8,0	51	75	50,2	63,6	52,0	60,0
6	64,5	66,0	17,0	39	85	56,0	78,9	53,0	84,0
7	72,3	75,5	9,4	58	86	67,7	77,0	65,0	80,0
8	73,2	75,0	10,6	55	87	67,1	79,3	64,3	82,0

Für die untersuchten Areale im Übergangsbereich **periostal-medial** sowie **medial-endostal** zeigen sich ähnliche Verteilungsmuster der ermittelten Altersspannen zu den jeweiligen Stadien wie bei den entsprechenden periostalen, medialen und endostalen Arealen. Im periostal-medialen Bereich werden die höheren Stadien (Stadium acht) kaum beobachtet, während diese im medial-endostalen Bereich stärker vertreten sind (vgl. Abb. 38). Bei der Einbeziehung aller untersuchten 40 Areale je Schliff zeigen sich sehr enge Altersspannen in den Stadien bis drei sowie in Stadium fünf. Im Stadium vier sowie den Stadien sechs bis acht erstrecken sich die Altersspannen über mehrere Dekaden (vgl. Abb. 39). Die Altersspannen des „Morphologischen Gesamtaspektes“ zeigen sehr weite Überschneidungen der Altersbereiche der jeweiligen Stadien. So erfasst bereits die Spannweite des Stadiums drei die gesamte Lebensspanne. Zumindest die 25. und 75. Perzentile der Stadien bis vier weisen deutlichere Abgrenzungen gegeneinander auf. In den Stadien sechs bis acht zeigen sich deutliche Überschneidungen der Altersbereiche (vgl. Abb. 39).

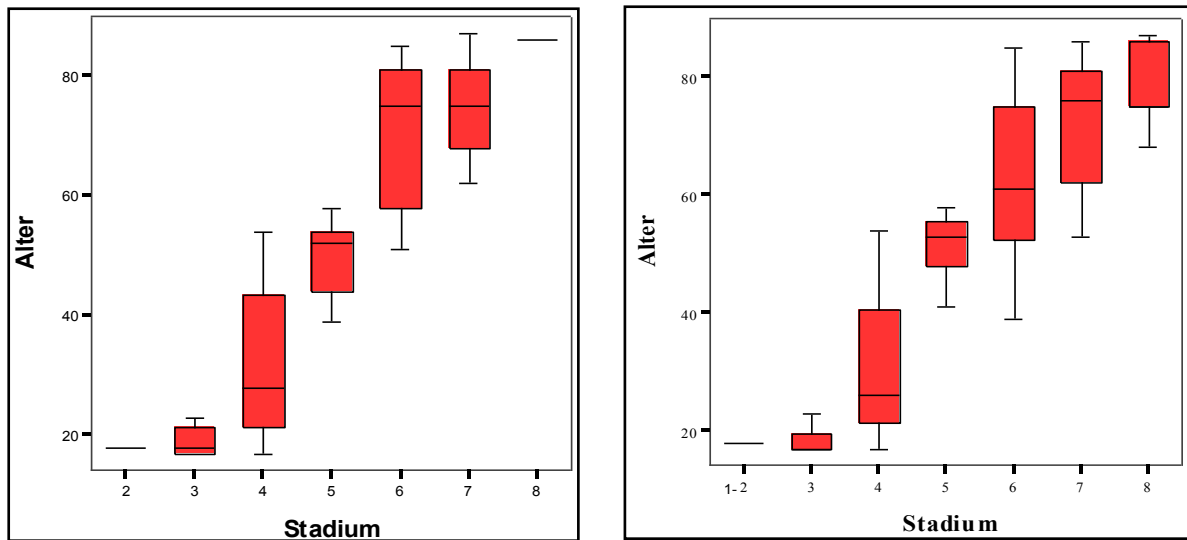


Abb. 38 Femur – Histologie – links: periostal-medial; rechts: medial-endostal - Altersverteilung (Boxplot) in den jeweiligen Stadien

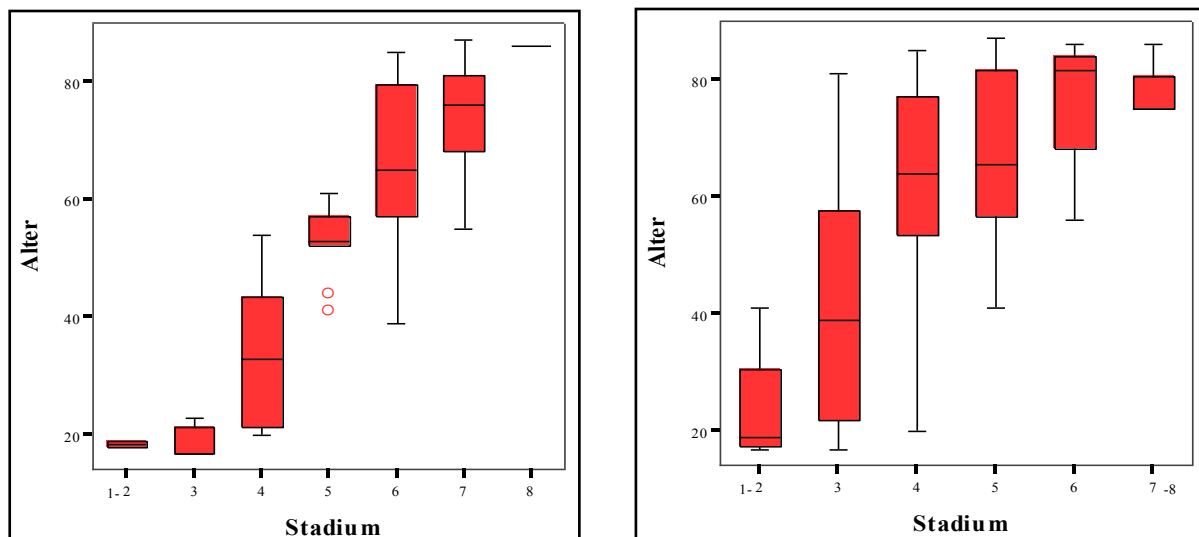


Abb. 39 Femur – Histologie – links: Mittelwert aller untersuchten Areale; rechts: „Morphologischer Gesamtaspekt“ - Altersverteilung (Boxplot) in den jeweiligen Stadien

5.1.6 Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen am rezenten Material

Zusammenfassend kann nach den Untersuchungen der altersspezifischen Veränderungen am rezenten Material folgendes festgestellt werden (vgl. Tab. 62):

- Sehr gute Möglichkeiten zur Altersbestimmung über das gesamte Erwachsenenalter bieten die histo-morphologischen Veränderungen am Femur.
 - ❖ Die Veränderungen der periostalen Areale besitzen über alle Altersgruppen hohe Sensitivitäten zu den Stadien. Es bestehen sehr gute Möglichkeiten zur sicheren Altersbestimmung der Individuen der Altersgruppe der jungen Erwachsenen (bis 29 Jahre).

- ❖ Die Veränderungen der medialen Areale besitzen über alle Altersgruppen hohe Sensitivitäten zu den Stadien. Es bestehen sehr gute Möglichkeiten zur sicheren Altersbestimmung der Individuen der Altersgruppe der älteren Erwachsenen (59 Jahre und älter).
- Gute Möglichkeiten zur Altersbestimmung über das gesamte Erwachsenenalter, unter der Berücksichtigung der hohen Variabilität der Veränderungen und damit entsprechend hohen Altersspannen bieten die Veränderungen an der Facies symphysialis und die Transitions-Analyse.
 - ❖ Die Veränderungen an der Facies symphysialis bieten die Möglichkeit einer sicheren Altersbestimmung in den Bereichen der jungen (bis 29 Jahre) mittleren (20-59 Jahre) und der alten (60 Jahre und älter) Erwachsenen.
 - ❖ Die Transitions-Analyse liefert Informationen für eine sichere Altersbestimmung in den Bereichen der jungen, mittleren und der alten Erwachsenen. Die alleinige Verwendung des mittleren, wahrscheinlichen Alters ermöglicht jedoch nur eine sichere Einordnung in sehr große Altersspannen.
- Verfahren zur Altersbestimmung, die großen individuellen Einflüssen (internen und externen) unterworfen sein können, sind die Obliteration der Schädeldachnähte an der Tabula interna sowie die Veränderungen an der Facies auricularis und dem Acetabulum.
 - ❖ Die Obliteration an der Tabula interna liefert sichere Hinweise auf die Alterseinordnung für die Erwachsenen der adulten und maturen Altersgruppe.
 - ❖ Die Veränderungen der Facies auricularis ermöglichen die Altersbestimmung an Erwachsenen bis 40 Jahre. Bei älteren Erwachsenen ist aufgrund der sehr variablen Veränderungen eine sichere Alterseinordnung kaum möglich.
 - ❖ Die Veränderungen am Acetabulum liefern Möglichkeiten zur sicheren Altersbestimmung der jungen und älteren Erwachsenen. Im Bereich von 30 bis 69 Jahren ist die Variabilität der Veränderungen zu groß, um eine sichere Altersbestimmung in kleineren Altersgruppen durchzuführen.
- Verfahren die nur eine sichere Altersbestimmung in einzelnen Altersgruppen zulassen sind die Verwachsung der medialen Epiphyse der Clavicula in der frühadulten Altersgruppe
- Nur als Hilfsmittel geeignete Verfahren zur Altersbestimmung, die über eine extrem große Variabilität der Veränderungen verfügen, sind die Obliteration der Nähte des Schädels an der Tabula externa.

- ❖ Die Obliteration an der Tabula externa bietet nur die Möglichkeit einer sicheren Alterseinordnung in das Erwachsenenalter. Unter Berücksichtigung der sehr hohen Variabilität der Obliteration können z.T. Einordnungen in Erwachsene der adulten und maturen Altersgruppe erfolgen.

Tab. 62 rezentes Material Methodenvergleich – Stadien mit den ermittelten Altersgruppen mit der Sensitivität und Spezifität über 35%

Methode			Stadium/ Punktsummen/biologisches Alter								
			0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cranium (Nemeskéri u. Acsádi 1960)	Tabula externa	Alter in Jahren	>19	20-49	40<	-	-	-			
		Sensitivität (%)	(78,6)	(46,8)	(50,0)						
		Spezifität (%)	(21,4)	(74,8)	(42,5)						
	Tabula interna	Alter in Jahren	>29	-	40-49	50<	-	-			
		Sensitivität (%)	(55,8)		(52,0)	(66,4)					
		Spezifität (%)	(97,7)		(82,7)	(80,2)					
Facies symphysialis	Brooks u. Suchey (1990)	Alter in Jahren	-	>29	20-59	50<	-				
		Sensitivität (%)	-	(100,0)	(60,0)	(56,3)					
		Spezifität (%)	-	(87,1)	(70,8)	(72,2)					
Facies auricularis	Lovejoy et al. (1985)	Alter in Jahren	-	>19	20-49	40<	-	-	-		
		Sensitivität (%)	-	(100,0)	(38,9)	(50,0)					
		Spezifität (%)	-	(94,6)	(77,3)	(92,9)					
Femur - Histologie	periostal	Alter in Jahren	-	>19	>29	20-49	30-59	60<	-	-	
		Sensitivität (%)	-	(42,9)	(58,8)	(58,8)	(38,5)	(77,8)			
		Spezifität (%)	-	(100,0)	(100,0)	(95,2)	(94,3)	(84,1)			
	medial	Alter in Jahren	-	-	>19	>49	30-49	50-69	60<	-	
		Sensitivität (%)	-	-	(42,9)	(58,3)	(42,9)	(44,8)	(63,9)		
		Spezifität (%)	-	-	(97,2)	(96,4)	(91,7)	(86,0)	(93,0)		
	endostal	Alter in Jahren	-	-	>29	30-49	-	-	60<	-	
		Sensitivität (%)	-	-	(62,5)	(57,1)	-	-	(44,4)		
		Spezifität (%)	-	-	(96,8)	(90,1)	-	-	(54,2)		
Punktsumme			1-3		4-7		8-10		11-14		
Acetabulum	Punkt- summen	Alter in Jahren	>29		30-69		30<		70<		
		Sensitivität (%)	(66,7)		(43,6)		(35,9)		(42,9)		
		Spezifität (%)	(97,4)		(55,6)		(100,0)		(92,7)		
Biologisches Alter in Jahren			>29			30-59			60<		
Transitions- Analyse	Mittleres Alter	Alter in Jahren	>49			20<			70<		
		Sensitivität (%)	(61,9)			(53,5)			(50,0)		
		Spezifität (%)	(84,0)			(100,0)			(90,2)		

5.2 Untersuchungen zu den altersspezifischen Veränderungen am Skelettmaterial von Dresden-Briesnitz

Die nach den jeweiligen Verfahren ermittelten altersspezifischen Veränderungen werden mit den Veränderungen an der Facies symphysialis nach Brooks und Suchey (1990) sowie mit den histo-morphologischen Veränderungen im periostal-medialen Bereich des Femur verglichen. Zur besseren Verständlichkeit wird im Folgenden nur von der Facies symphysialis und dem Femur gesprochen.

5.2.1 Cranium

Für die Untersuchungen zur Obliteration der Schädelnähte standen 111 Skelettindividuen zur Verfügung.

Die ermittelten Stadien der Obliteration sind in Tab. 63 für die mittleren Obliterationsgrade der Tabula interna dargestellt. Dabei verteilen sich etwa gleich viele Individuen auf die unteren und oberen Obliterationsgrade. Bei den meisten Frauen wurde das Stadium null bestimmt. Während bei den Männern eher die oberen Stadien auftraten. Die dazugehörige Altersverteilung nach den Angaben von Nemeskéri und Acsádi (1960) enthält Abb. 40. Exemplarisch werden verschiedene Phasen der Nahtobliteration in Abb. 41 gezeigt.

Tab. 63 Cranium - Tabula interna - Verteilung der Stadien der Individuen von Dresden-Briesnitz

	Stadium				
	0 n	1 n	2 n	3 n	4 n
Männer	8	4	4	10	17
indifferent	4	1	5	3	8
Frauen	17	-	7	3	9
Σ	29	5	16	16	34

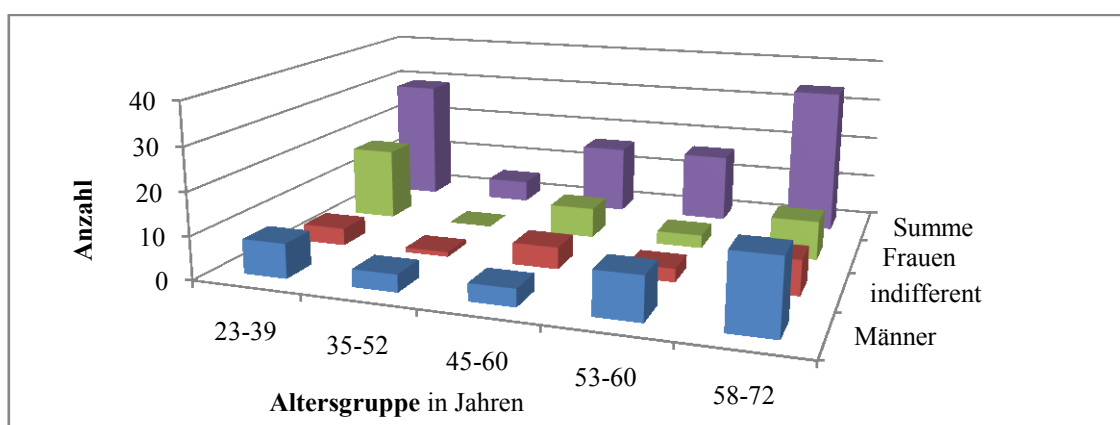


Abb. 40 Cranium - Tabula interna - Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz auf die Altersgruppen nach Nemeskéri und Acsádi (1960)

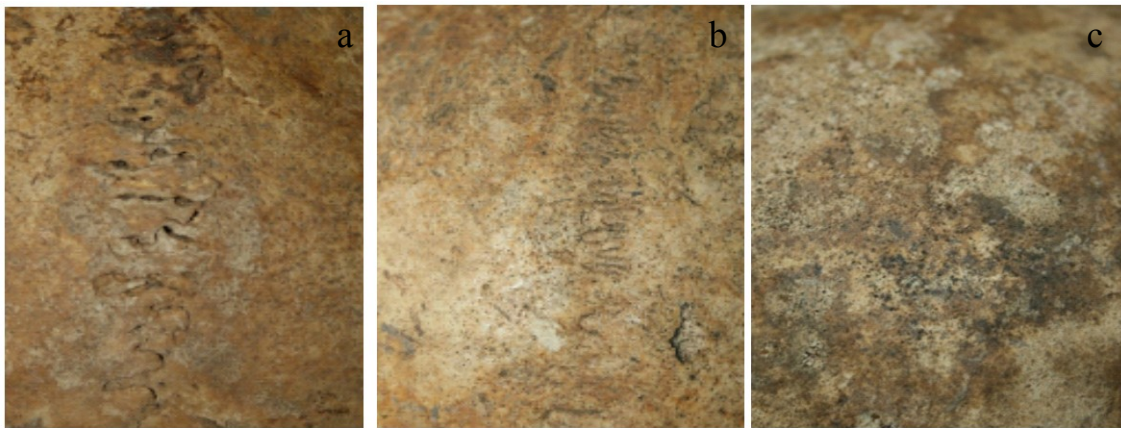


Abb. 41 Dresden Briesnitz - Cranium Sutura sagittalis a) Naht vollständig offen b) Naht minimal verstrichen; c) Naht vollständig obliteriert

Die Vergleiche der Obliteration der einzelnen Nahtabschnitte mit den Veränderungen an der Facies symphysialis und den histo-morphologischen Veränderungen am Femur zeigen, dass in allen Abschnitten die Korrelationen der Obliterationsgrade mit den Veränderungen an der Facies symphysialis höher sind, als die Korrelationen mit den Veränderungen am Femur. Generell wurden an der Tabula interna ($k=+0,92$ mit der Facies symphysialis) höhere Korrelationen ermittelt als an der Tabula externa ($k=+0,41$ im Vergleich mit der Facies symphysialis; vgl. Abb. 42 bis Abb. 43). Die Sutura coronalis und die Sutura sagittalis an der Tabula interna und Tabula externa korrelieren am deutlichsten mit den Veränderungen an der Facies symphysialis bzw. der Histo-Morphologie des Femur.

In den Stadien drei und vier werden für die Tabula interna und Tabula externa höhere Streuungen der jeweiligen Merkmale an der Facies symphysialis und dem Femur beobachtet, d. h. die Stadien der jeweiligen Veränderungen überschneiden sich sehr weit. Auch am historischen Schädelmaterial zeigt sich, dass trotz hoher Korrelation die aufeinanderfolgenden Stufen, die Stadien sich sehr weit überschneiden. So können u.a. bei dem Vergleich der Tabula interna mit den histo-morphologischen am Femur zwischen den Stadien zwei bis vier keine Unterschiede bei den Spannweiten ausgemacht werden (vgl. Abb. 43). Mit der Berechnung der Mittleren Obliterationsgrade an der Tabula interna ($k=+0,92$) bzw. externa ($k=+0,41$) werden höhere Korrelationen im Vergleich mit der Facies symphysialis ermittelt als bei der Betrachtung einzelner Nahtabschnitte (vgl. Tab. 64).

Tab. 64 Cranium - Obliteration der Schädeldachnähte nach Nemeskéri und Acsádi (1960) - Zusammenhang zwischen den ermittelten Stadien sowie den Stadien an der Facies symphysialis und den histo-morphologischen Veränderungen am Femur (Korrelationskoeffizient nach Spearman)

Facies symphysialis (Brooks u. Suchey 1990)				Nahtabschnitt	Femur Histologie			
Tabula externa		Tabula interna			Tabula externa		Tabula interna	
Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>	Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>		Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>	Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>
+0,35	0,09	+0,54	0,02	S. coronalis - gesamt	+0,35	0,18	+0,36	0,04
+0,49	<0,001	+0,34	0,03	S. coronalis - Abschnitt 3	+0,22	0,14	+0,35	0,02
+0,10	0,54	+0,48	<0,001	S. coronalis - Abschnitt 2	+0,08	0,40	+0,45	<0,001
+0,39	0,04	+0,42	0,02	S. coronalis - Abschnitt 1	+0,09	0,71	+0,45	<0,001
+0,15	0,49	+0,54	0,01	S. coronalis - Abschnitt 1 & 2	+0,07	0,56	+0,45	0,01
+0,59	0,03	+0,54	<0,001	S. saggitalis - gesamt	+0,07	0,06	+0,22	0,15
+0,27	0,14	+0,55	<0,001	S. saggitalis - Abschnitt 1	+0,23	0,25	+0,26	0,12
+0,21	0,35	+0,62	<0,001	S. saggitalis - Abschnitt 2	+0,22	0,27	+0,15	0,50
+0,39	0,07	+0,50	0,01	S. saggitalis - Abschnitt 3	+0,32	0,06	+0,27	0,12
+0,48	0,03	+0,49	0,01	S. saggitalis - Abschnitt 4	+0,27	0,11	+0,10	0,35
+0,43	0,53	+0,51	0,05	S. lambdoidea - gesamt*	+0,39	0,21	+0,16	0,65
+0,36	0,18	+0,49	0,01	S. lambdoidea - Abschnitt 1	+0,46	0,01	+0,09	0,62
+0,36	0,14	+0,57	<0,001	S. lambdoidea - Abschnitt 2	+0,39	0,02	+0,21	0,20
+0,23	0,38	+0,50	0,01	S. lambdoidea - Abschnitt 3	+0,25	0,11	+0,22	0,22
+0,35	0,49	+0,58	0,01	S. lambdoidea - Abschnitt 1 & 2	+0,28	0,24	+0,19	0,45
+0,35	0,54	+0,72	<0,001	Tabula gesamt ohne S3 & L3	+0,19	0,43	+0,37	0,06
+0,41	0,37	+0,92	0,01	Tabula gesamt	+0,50	0,18	+0,19	0,26

Bei der Untersuchung der Obliterationsgrade jeweils für Männer und Frauen sowie im Hinblick auf Seitenunterschiede bei den paarigen Nähten (d.h. linke und rechte Seite) können keine Unterschiede des Obliterationsverlaufes nachgewiesen werden.

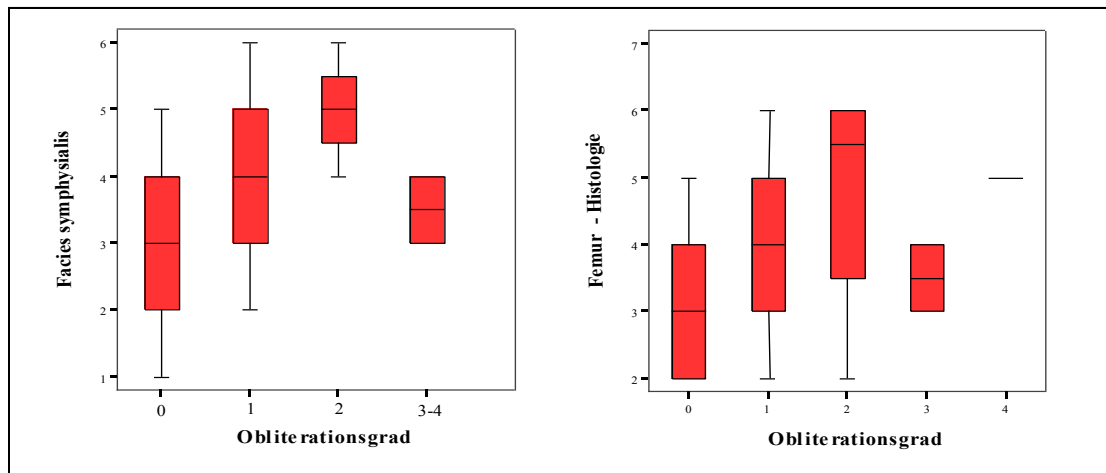


Abb. 42 Cranium - Tabula externa Mittlere Obliterationsgrade - Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz auf die Stadien der Facies symphysialis nach Brooks und Suchey (1990) sowie die histo-morphologischen Veränderungen am Femur

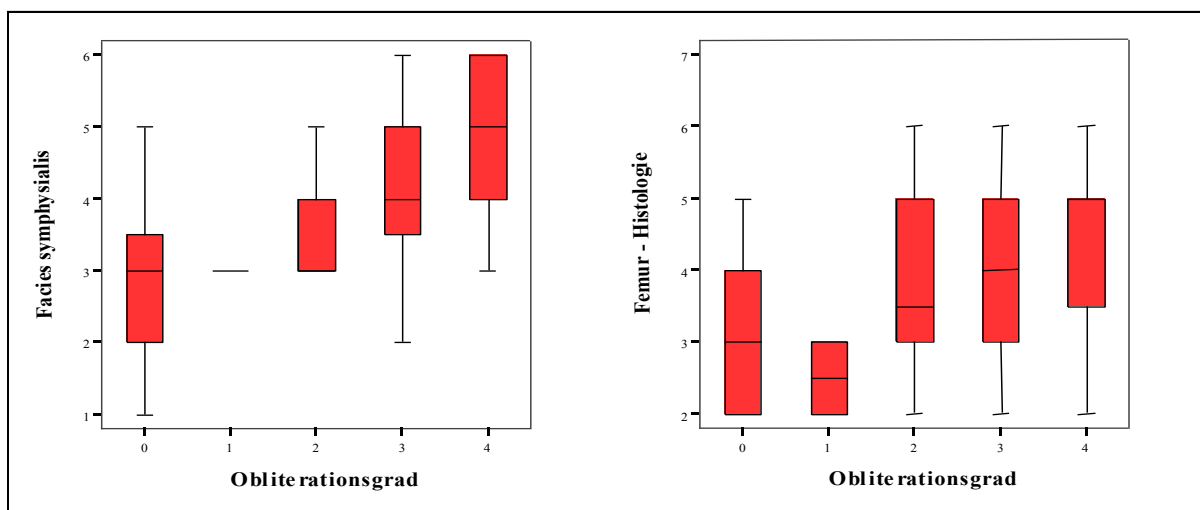


Abb. 43 Cranium - Tabula interna Mittlere Obliterationsgrade nach Nemeskéri und Acsádi (1960) - Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz auf die Stadien der Facies symphysialis nach Brooks und Suchey (1990) und den histo-morphologischen Veränderungen am Femur

Die Ergebnisse des Verfahrens von Meindl und Lovejoy (1985) zur Obliteration einzelner Nahtabschnitte an der Tabula externa sind, auf Grund des schlechten Erhaltungszustandes des Materials und der dadurch bedingten geringen Individuenanzahl nur im Anhang dargestellt.

5.2.2 Clavicula

Die Verteilung der Skelettindividuen (n=23) nach den untersuchten Veränderungen an der Extremitas sternalis der Clavicula ist in Tab. 65 und Abb. 44 mit den dazugehörigen Altersklassen dargestellt. Dabei wurden an sehr wenigen Individuen die unteren Stadien beobachtet. Zwischen den beiden angewendeten Verfahren (Szilvássy 1977; Owings 1981) zur Bestimmung der altersspezifischen Veränderungen am sternalen Ende der Clavicula werden keine Unterschiede ermittelt. Die Vergleiche mit den Veränderungen an der Symphyse ($k=+0,64$) zeigen im Gegensatz zum Femur ($k=+0,22$) hohe Korrelationen (vgl. Tab. 66).

Tab. 65 Clavicula - Extremitas sternalis nach Szilvássy und Kritscher (1990) - Verteilung der Stadien der Individuen von Dresden-Briesnitz

	Stadium		
	1 n	2 n	3 n
Männer	0	4	13
indifferent	0	2	5
Frauen	1	1	5
Σ	1	7	23

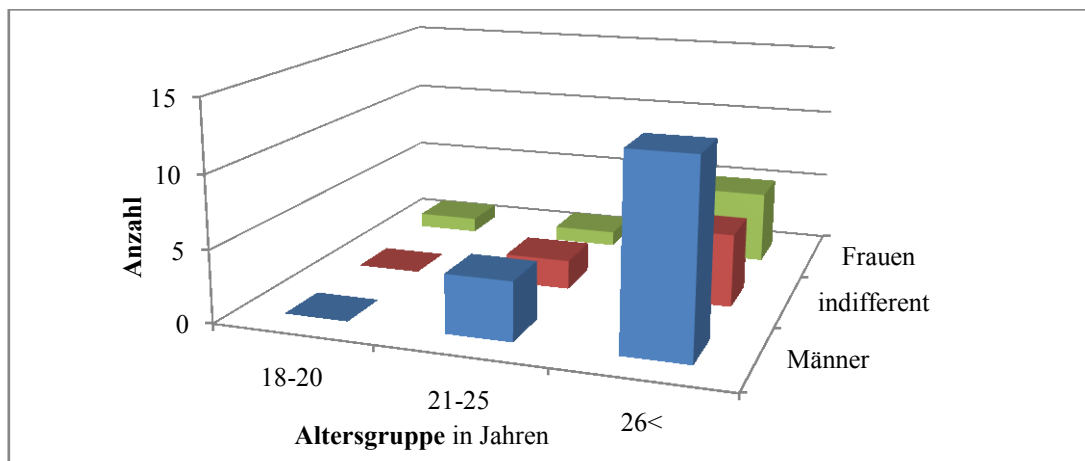


Abb. 44 Clavicula - Extremitas sternalis - Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz auf die Altersgruppen nach Szilvássy und Kritscher (1990)

Tab. 66 Clavicula - Extremitas sternalis - Zusammenhang zwischen den ermittelten Stadien sowie den Stadien an der Facies symphysialis und den histo-morphologischen Veränderungen am Femur (Korrelationskoeffizient nach Spearman)

Methode	Seite	Facies symphysialis (Brooks u. Suchey 1990)		Femur	
		Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>	Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>
Szilvassy(1977)	links	+0,62	<0,001	+0,26	0,48
	rechts	+0,81	<0,001	+0,26	0,39
	Mittelwert	+0,64	<0,001	+0,22	0,48
Owings(1981)	links	+0,62	<0,001	+0,26	0,70
	rechts	+0,81	<0,001	+0,26	0,65
	Mittelwert	+0,64	<0,001	+0,22	0,69

5.2.3 Os coxae

Facies symphysialis

Die beobachteten Veränderungen zeigt auszugsweise Abb. 45. Die Verteilung der altersspezifischen Veränderungen an der Facies symphysialis sind in Tab. 67 für das Verfahren nach Brooks und Suchey (1990) mit den dazugehörigen Altersklassen dargestellt. In die Untersuchungen gehen 65 Skelettindividuen ein.

Tab. 67 Facies symphysialis nach Brooks und Suchey (1990) - Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz auf die Stadien mit den dazugehörigen Altersangaben

		Stadium					
		1	2	3	4	5	6
Männer	n	1	2	12	6	5	5
	Altersspanne in Jahren	15-23	19-34	21-46	23-57	27-66	34-86
indifferent	n	0	3	2	3	3	2
	Altersspanne in Jahren	15-24	19-40	21-53	23-70	25-83	34-87
Frauen	n	2	2	6	4	3	2
	Altersspanne in Jahren	15-24	19-40	21-53	26-70	25-83	42-87



Abb. 45 Dresden-Briesnitz - Facies symphysialis a) Fläche mit Resten der Wellenkämme und beginnender dorsaler Randbildung; b) Fläche vollständig aufgefüllt; c) Fläche vollständig aufgefüllt mit beginnender Randerosion

Für alle angewendeten Methoden werden hohe Korrelationen ($k > +0,50$) ermittelt (vgl. Tab. 68). Dabei zeigen sich deutliche Überschneidungen der aufeinanderfolgenden Stadien im Vergleich mit den Stadien am Femur (vgl. Tab. 70).

Die getrennten Vergleiche der Veränderungen an der Symphyse mit den histomorphologischen Veränderungen am Femur für Männer und Frauen ergaben keine höheren Korrelationen als die gemeinsamen Vergleiche (vgl. Tab. 69).

Tab. 68 Facies symphysialis - Zusammenhang zwischen den ermittelten Stadien sowie den Stadien an der Facies symphysialis und den histo-morphologischen Veränderungen am Femur (Korrelationskoeffizient nach Spearman)

Methode	Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>
Todd (1920)	+0,71	<0,001
McKern u. Stewart (1957)*	+0,77	<0,001
Nemeskeri u. Acsádi (1960)	+0,73	<0,001
Gilbert u. McKern (1973)*	+0,84	0,01
Brooks u. Suchey (1990)	+0,50	<0,001

* In die Vergleiche gehen nur die männlichen Individuen (McKern u. Stewart 1957) bzw. nur die weiblichen Individuen (Gilbert u. McKern 1973) ein

Bei den angewendeten Verfahren an der Facies symphysialis werden sehr weite Überschneidungsbereiche der jeweiligen Stadien im Vergleich zum Femur beobachtet. Nach der Zusammenfassung einzelner Stadien, fallen deutliche Trennungen zwischen den unteren, mittleren und höheren Stadiengruppierungen nach den unterschiedlichen Methoden auf (vgl. Tab. 70; Abb. 46).

Tab. 69 Facies symphysialis - Zusammenhang zwischen den ermittelten Stadien sowie histomorphologischen Veränderungen am Femur (Korrelationskoeffizient nach Spearman) - Geschlechtsunterschiede

Methode	Geschlecht	Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>
McKern u. Stewart (1957)	Männer	+0,77	<0,001
	Gesamt	+0,79	<0,001
Gilbert u. McKern (1973)	Frauen	+0,84	0,01
	Gesamt	+0,78	<0,001

Tab. 70 Facies symphysialis nach Brooks und Suchey (1990) - Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz auf die Stadien der Facies symphysialis nach Brooks und Suchey (1990)

Stadium	Femur - Histo-Morphologie						Σ n (%)
	1-2 n (%)	3 n (%)	4 n (%)	5 n (%)	6 n (%)	7-8 n (%)	
1	2 (25,0)	-	-	-	-	-	2 (5,4)
2	1 (12,5)	2 (15,4)	-	1 (14,3)	-	-	4 (10,8)
3	3 (37,5)	7 (53,8)	1 (16,7)	1 (14,3)	-	-	12 (32,4)
4	2 (25,0)	2 (15,4)	-	3 (42,9)	1 (33,3)	-	8 (21,6)
5	-	1 (7,7)	3 (50,0)	2 (28,6)	1 (33,3)	-	7 (18,9)
6	-	1 (7,7)	2 (33,3)	-	1 (33,3)	-	4 (10,8)
Σ	8 (100,0)	13 (100,0)	6 (100,0)	7 (100,0)	3 (100,0)	-	37 (100,0)

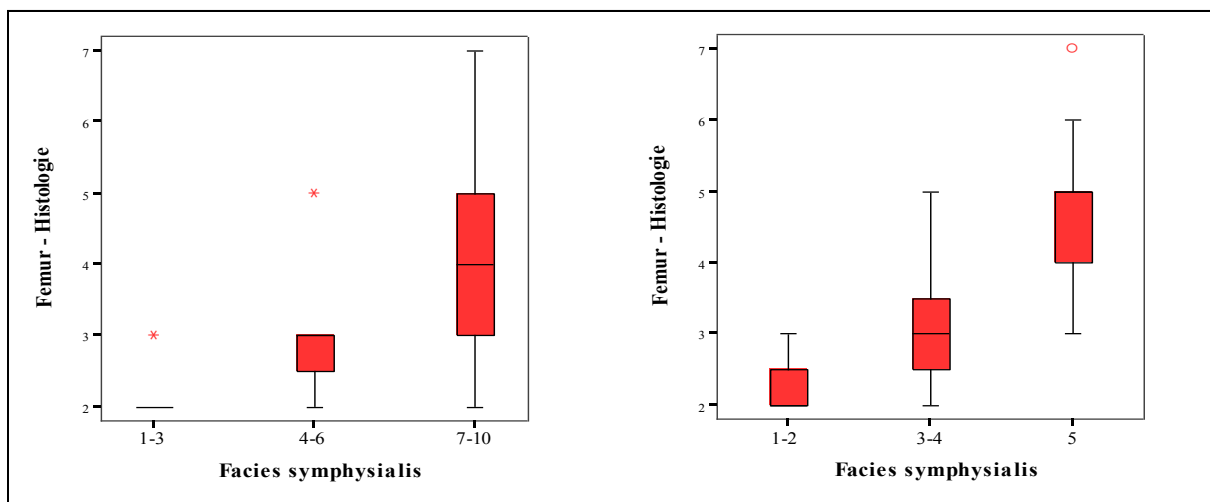
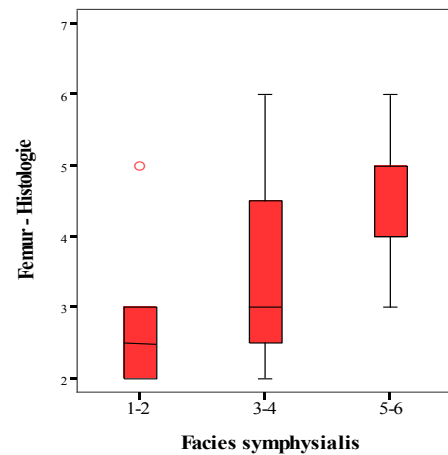


Abb. 46 Facies symphysialis – links: nach Todd (1920), rechts: nach Nemeskéri und Acsádi (1960) - Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz Vergleich mit den histo-morphologischen Veränderungen am Femur

Facies auricularis

Die Verteilungen der untersuchten Facies auricularis sind in Tab. 71 und Abb. 48 für das Verfahren nach Buckberry und Chamberlain (2002) mit den entsprechenden Altersspannen dargestellt. Anhand der Veränderungen an der Facies auricularis können für 97 Skelettindividuen Altersangaben abgeleitet werden. Unterschiedliche Phasen der Veränderungen zeigt Abb. 47, dabei fällt auf, dass die feinen Strukturen am bodengelagerten Material auf Grund der dunkleren Färbungen besser erkennbar sind als am rezenten Material. Die unteren Stadien wurden nur in wenigen Fällen beobachtet. Die meisten Individuen wurden in die Stadien vier bis sechs eingeordnet.

Alle angewendeten Verfahren zeigen positive Korrelation zu den altersspezifischen Veränderungen an der Facies symphysialis ($k > +0,25$) sowie am Femur ($k > 0,38$) (vgl. Tab. 72). Des

Weiteren ist auffällig, dass die makroskopisch deutlichen Veränderungen an der Facies auricularis im Vergleich zur Symphyse und zum Femur erst zeitlich später auftreten und deutliche Überschneidungen der Spannweiten der Stadien vorliegen (vgl. Tab. 73; Tab. 74).



Abb. 47 Dresden-Briesnitz - Facies auricularis a) Fläche mit Resten der Streifung; b) Fläche mit körnigen und dichten Auflagerungen; c) irreguläre Fläche mit Destruktionen

Tab. 71 Facies auricularis nach Buckberry und Chamberlain (2002) - Verteilung der Stadien der Individuen von Dresden-Briesnitz

	Stadium						
	1 n	2 n	3 n	4 n	5 n	6 n	7 n
Männer	0	1	1	3	7	8	3
indifferent	1	1	0	1	3	2	0
Frauen	0	0	1	2	5	4	1
Σ	1	2	2	6	15	14	4

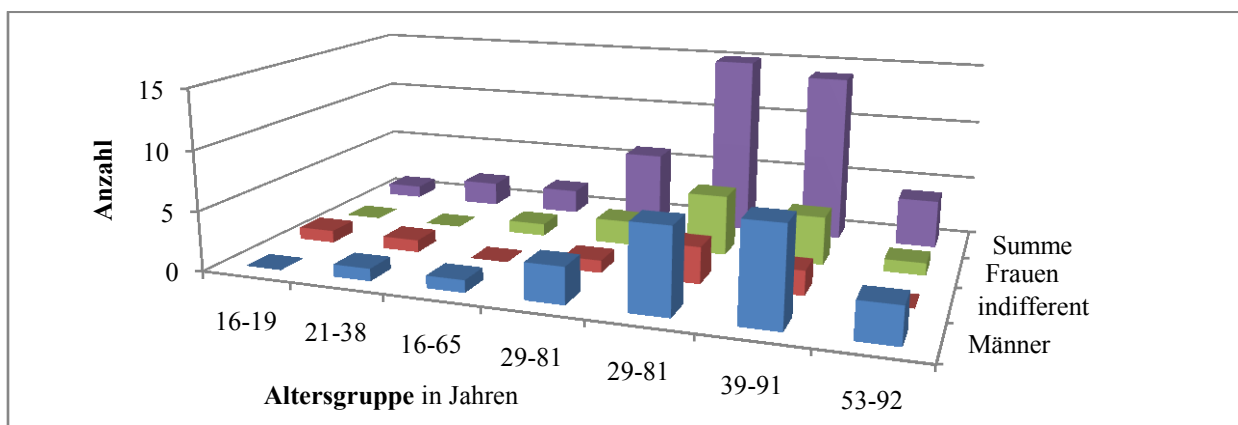


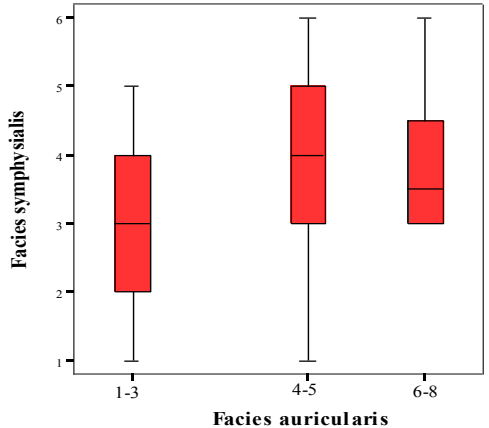
Abb. 48 Facies auricularis Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz auf die Altersgruppen nach Buckberry und Chamberlain (2002)

Tab. 72 Facies auricularis - Zusammenhang zwischen den ermittelten Stadien sowie den Stadien an der Facies symphysialis und den histo-morphologischen Veränderungen am Femur (Korrelationskoeffizient nach Spearman)

Methode	Facies symphysialis		Femur	
	Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>	Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>
Lovejoy et al. (1985)	+0,30	0,05	+0,31	0,02
Buckberry u. Chamberlain (2002)	+0,25	0,02	+0,38	0,01

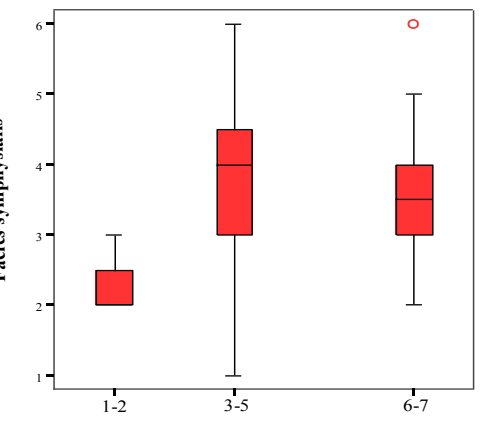
Tab. 73 Facies auricularis nach Lovejoy et al. (1985)- Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz auf die Stadien der Facies symphysialis nach Brooks und Suchey (1990)

Stadium	Facies symphysialis nach Brooks u. Suchey (1990)						
	1 n (%)	2 n (%)	3 n (%)	4 n (%)	5 n (%)	6 n (%)	Σ n (%)
1-2	-	1 (16,7)	-	-	-	-	1 (2,1)
3	1 (50,0)	2 (33,3)	4 (25,0)	3 (25,0)	1 (14,3)	-	11 (23,4)
4	1 (50,0)	3 (50,0)	2 (12,5)	2 (16,7)	2 (28,6)	2 (50,0)	12 (25,5)
5	-	-	6 (37,5)	5 (41,7)	3 (42,9)	1 (25,0)	15 (31,9)
6	-	-	2 (12,5)	1 (8,3)	1 (14,3)	-	4 (8,5)
7-8			2 (12,5)	1 (8,3)	-	1 (25,0)	4 (8,5)
Σ	2 (100,0)	6 (100,0)	16 (100,0)	12 (100,0)	7 (100,0)	4 (100,0)	47 (100,0)



Tab. 74 Facies auricularis nach Buckberry und Chamberlain (2002) - Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz auf die Stadien der Facies symphysialis nach Brooks und Suchey (1990)

Stadium	Facies symphysialis nach Brooks u. Suchey (1990)						
	1 n (%)	2 n (%)	3 n (%)	4 n (%)	5 n (%)	6 n (%)	Σ n (%)
1-2	-	2 (33,3)	1 (6,7)	-	-	-	3 (6,7)
3	-	1 (16,7)	-	1 (8,3)	-	-	2 (4,4)
4	1 (50,0)	-	2 (13,3)	2 (16,7)	1 (16,7)	-	6 (13,3)
5	1 (50,0)	1 (16,7)	5 (33,3)	4 (33,3)	4 (66,7)	1 (25,0)	16 (35,6)
6	-	2 (33,3)	5 (33,3)	4 (33,3)	1 (16,7)	2 (50,0)	14 (31,1)
7	-	-	2 (13,3)	1 (8,3)	-	1 (25,0)	4 (8,9)
Σ	2 (100,0)	6 (100,0)	15 (100,0)	12 (100,0)	6 (100,0)	4 (100,0)	45 (100,0)



Acetabulum

Die Verteilung der altersspezifischen Veränderungen nach den Punktskizzen (Rougé-Maillart et al. 2004) sind in Abb. 49 dargestellt. Für die Untersuchungen stehen 110 Acetabuli zur Verfügung. Exemplarisch zeigt Abb. 50 verschiedene Veränderungen am Acetabulum.

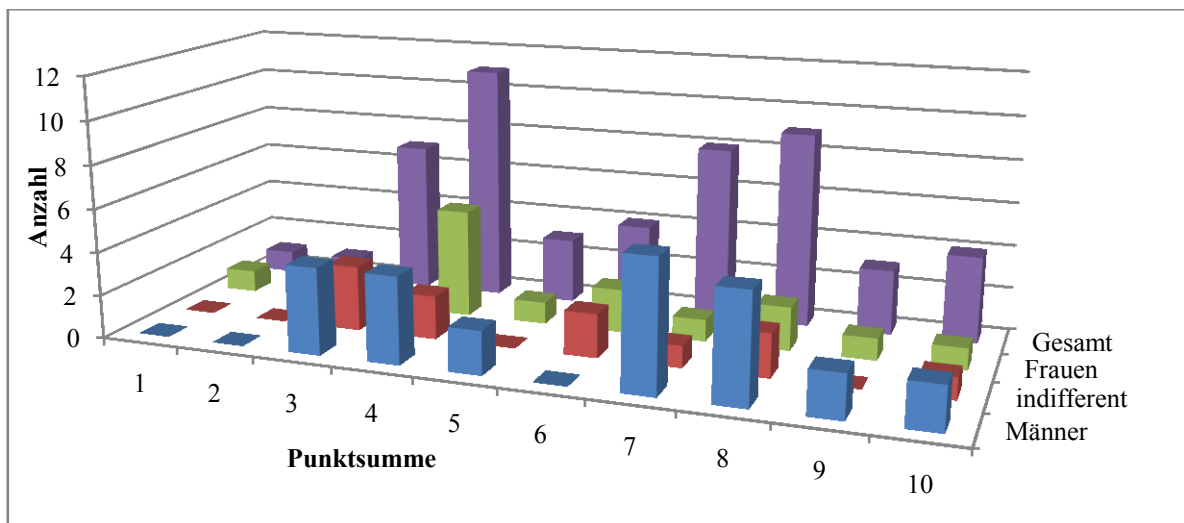


Abb. 49 Acetabulum - Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz auf Punktskizzen nach Rougé-Maillart et al. (2004)



Abb. 50 Dresden-Briesnitz - Acetabulum Veränderungen der Margo acetabuli a) leichte streifige Osteophytenauflagerung; b) dichte Osteophytenauflagerung im superior-ventralen Bereich; c) hochgradige Randwulstbildung im superior-ventralen Bereich

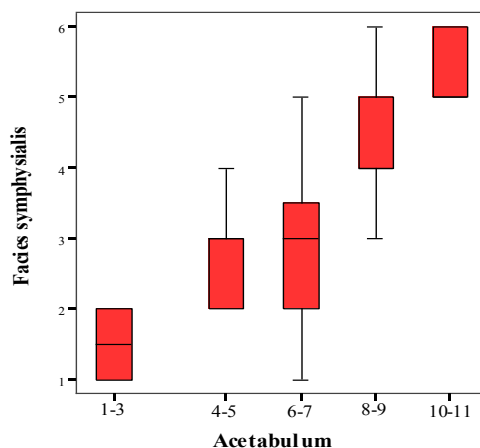
Es werden für alle untersuchten Strukturen deutliche statistische Zusammenhänge ermittelt ($k > +0,27$ im Vergleich mit der Facies symphysialis). Insbesondere die Punktskizzen ($k = +0,72$; vgl. Tab. 76) sowie für die Veränderungen an der Fossa acetabuli ($k = +0,69$) zeigen hohe Korrelationen im Vergleich zur Facies symphysialis (vgl. Tab. 75). Der Vergleich der Gruppen der Punktskizzen mit den Veränderungen an der Facies symphysialis (vgl. Tab. 76) weist auf deutliche Beziehungen zwischen den morphologischen Veränderungen der beiden Strukturen, da ein gradueller Anstieg zwischen den zunehmenden Stadien zu beobachten ist.

Tab. 75 Acetabulum - Punktsummen nach Rougé-Maillart et al. (2004) - Zusammenhang zwischen den ermittelten Stadien sowie den Stadien an der Facies symphysialis und den histomorphologischen Veränderungen am Femur (Korrelationskoeffizient nach Spearman)

Struktur	Facies symphysialis		Femur	
	Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>	Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>
Margo acetabuli	+0,45	<0,001	+0,50	<0,001
Facies lunata	+0,32	0,03	+0,27	0,03
Fossa acetabuli	+0,69	<0,001	+0,35	<0,001
Apex	+0,58	<0,001	+0,51	<0,001
Punktsumme	+0,72	<0,001	+0,49	<0,001

Tab. 76 Acetabulum - Punktsummen nach Rougé-Maillart et al. (2004) - Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz auf die Stadien der Facies symphysialis nach Brooks und Suchey (1990)

Stadium	Facies symphysialis nach Brooks u. Suchey (1990)						
	1 n (%)	2 n (%)	3 n (%)	4 n (%)	5 n (%)	6 n (%)	Σ n (%)
1-3	1 (33,3)	1 (14,3)	-	-	-	-	2 (3,8)
4-5	-	6 (85,7)	8 (53,3)	4 (30,8)	-	-	18 (34,6)
6-7	2 (66,7)	-	3 (20,0)	1 (7,7)	1 (14,3)	-	7 (13,5)
8-9	-	-	4 (26,7)	8 (61,5)	2 (28,6)	4 (57,1)	18 (34,6)
10-11	-	-	-	-	4 (57,1)	3 (42,9)	7 (13,5)
12-14	-	-	-	-	-	-	-
Σ	3 (100,0)	7 (100,0)	15 (100,0)	13 (100,0)	7 (100,0)	7 (100,0)	52 (100,0)



5.2.4 Os sacrum

Die untersuchten Veränderungen am Os sacrum (n=67) zeigen keine nachweisbaren Beziehungen zu den altersspezifischen Veränderungen an der Facies symphysialis sowie dem Femur (vgl. Tab. 77). Es wird, bis auf geringfügige Veränderungen am Rand, keine Veränderungen beobachtet die eine hohe positive Korrelation im Vergleich zur Symphyse oder dem Femur aufzeigt.

Tab. 77 Os sacrum - Zusammenhang zwischen den ermittelten Stadien sowie den Stadien an der Facies symphysialis und den histo-morphologischen Veränderungen am Femur (Korrelationskoeffizient nach Spearman)

Facies symphysialis (Brooks u. Suchey 1990)		Merkmal	Femur Histologie	
Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>		Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>
+0,06	0,72	Transversale Organisation	+0,23	0,22
-0,06	0,68	Granulation	-0,24	0,33
-0,09	0,69	Grobe Körnung	-0,19	0,33
-0,05	0,70	Verdichtung	-0,37	0,02
-0,09	0,58	Textur	-0,31	0,14
-0,16	0,34	Apex	-0,30	0,25
-0,12	0,27	Rand superior	+0,02	0,55
+0,23	0,56	Rand anterior	-0,39	0,02
+0,47	0,27	Rand inferior	-0,26	0,43
+0,24	0,43	Rand posterior	-0,46	0,01
+0,13	0,75	Rand gesamt	-0,43	0,02
-0,12	0,39	Mikroporosität	-0,29	0,09
+0,12	0,40	Makroporosität	+0,13	0,09

5.2.5 Transitions-Analyse

Die Verteilung der im Rahmen der Transitions-Analyse ermittelten mittleren, wahrscheinlichen Altersangaben sind in Tab. 78 und Abb. 51 dargestellt. Die meisten Individuen wurden in die Altersgruppen bis 49 Jahre eingeordnet. Es können zu 116 Skelettindividuen Altersangaben mit diesem Verfahren abgeleitet werden. Abb. 52 zeigt eine Datenausgabe der zugehörigen Software.

Tab. 78 Transitions-Analyse – Mittleres wahrscheinliches Alter - Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz auf die Altersgruppen

	Altersgruppe in Jahren						
	10-19 n	20-29 n	30-39 n	40-49 n	50-59 n	60-69 n	70< n
Männer	4	2	8	4	1	2	6
indifferent	0	4	2	1	0	1	3
Frauen	2	6	2	2	3	2	0
Σ	6	12	12	7	4	5	9

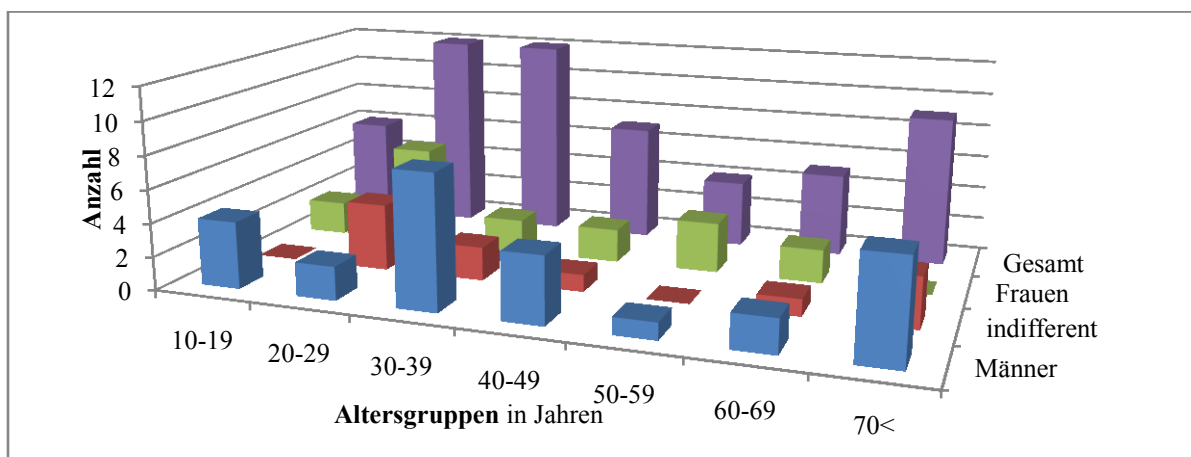


Abb. 51 Transitions-Analyse - Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz auf die Altersgruppen basierend auf der mittleren wahrscheinlichen Altersangabe

Für die Einzelmerkmale an der Facies symphysialis sowie der Facies auricularis werden Korrelationen von $k > +0,36$ im Vergleich zum Femur nachgewiesen. Die ermittelten Angaben des mittleren, wahrscheinlichen Alters (Maximum Likelihood; $k = +0,73$ im Vergleich mit der Facies symphysialis; $k = +0,5$ im Vergleich mit dem Femur) sowie minimales und mittleres, wahrscheinliches Alter korrelieren mit den Bezugsgrößen (vgl. Tab. 79 bis Tab. 81). Der Vergleich des mittleren, wahrscheinlichen Alters mit den Veränderungen an der Facies symphysialis zeigt trotz der höheren Korrelationen keine deutliche Abgrenzung der aufeinander folgenden Stadien. Die Überschneidungen der ermittelten Altersgruppen des mittleren und höheren Alters im Vergleich zu den Stadien am Femur und der Symphyse sind sehr groß.

Tab. 79 Transitions-Analyse - Zusammenhang zwischen den ermittelten Stadien sowie den Stadien an der Facies symphysialis und den histo-morphologischen Veränderungen am Femur (Korrelationskoeffizient nach Spearman)

Struktur		Facies symphysialis (Brooks u. Suchey 1990)		Femur	
		Korrelation	Signifikanz	Korrelation	Signifikanz
		<i>k</i>	<i>p</i>	<i>k</i>	<i>p</i>
Cranium	Pterion	+0,47	0,01	+0,19	0,25
	Obelion	+0,56	0,01	+0,36	0,05
	Asterion	+0,10	0,63	+0,00	0,66
	S. interpalatinum	+0,67	0,02	-0,07	0,69
	S. zygomaticomaxillare	+0,25	0,26	+0,25	0,57
Facies symphysialis	Relief	+0,68	<0,001	+0,65	<0,001
	Textur	+0,74	<0,001	+0,49	0,01
	Apex	+0,66	<0,001	+0,65	<0,001
	Ventraler Rand	+0,74	<0,001	+0,75	<0,001
	Dorsaler Rand	+0,69	<0,001	+0,66	<0,001
Facies auricularis	Topographie superior	+0,48	<0,001	+0,54	<0,001
	Topographie inferior	+0,50	<0,001	+0,44	<0,001
	Morphologie superior	+0,42	<0,001	+0,42	<0,001
	Morphologie apical	+0,36	0,01	+0,45	<0,001
	Morphologie inferior	+0,45	<0,001	+0,54	0,09
	Textur inferior	+0,60	<0,001	+0,51	<0,001
	Retroauricularfläche superior	+0,52	<0,001	+0,50	<0,001
	Retroauricularfläche inferior	+0,20	0,15	+0,36	0,14
	Spiculae	+0,31	0,03	+0,40	0,01
Maximal wahrscheinliches Alter		+0,73	<0,001	+0,50	<0,001
Minimum		+0,70	<0,001	+0,66	<0,001
Maximum		+0,72	<0,001	+0,49	<0,001

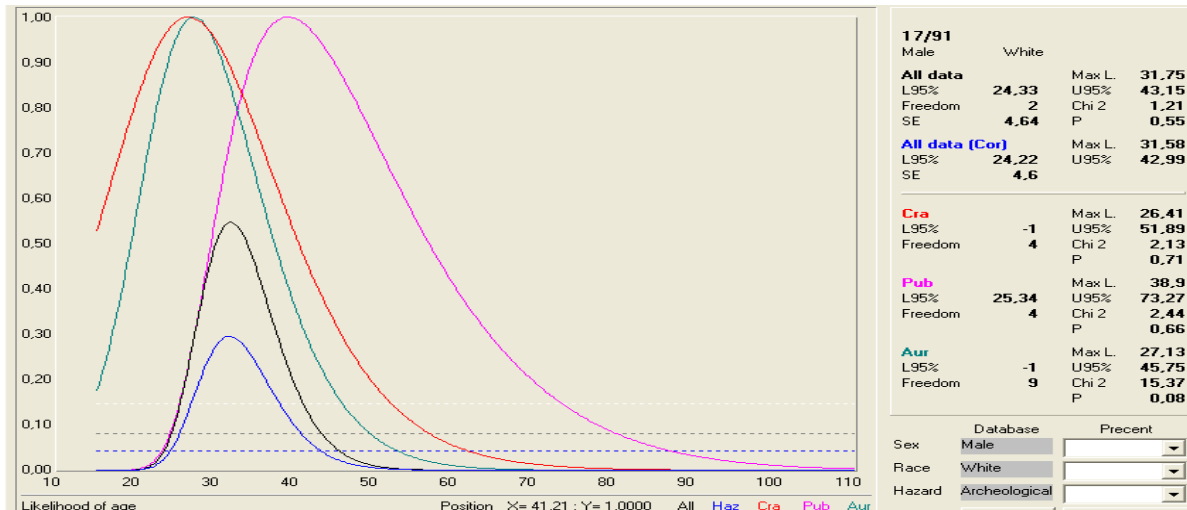
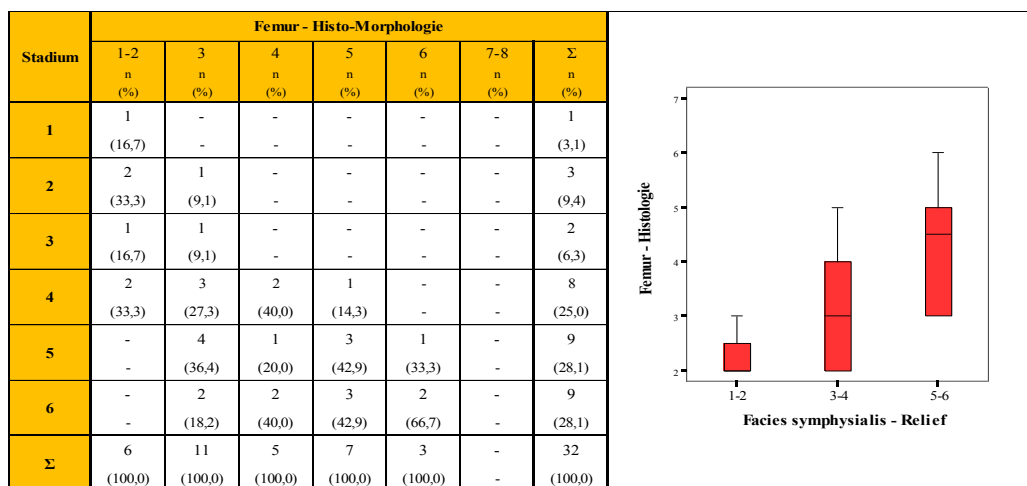
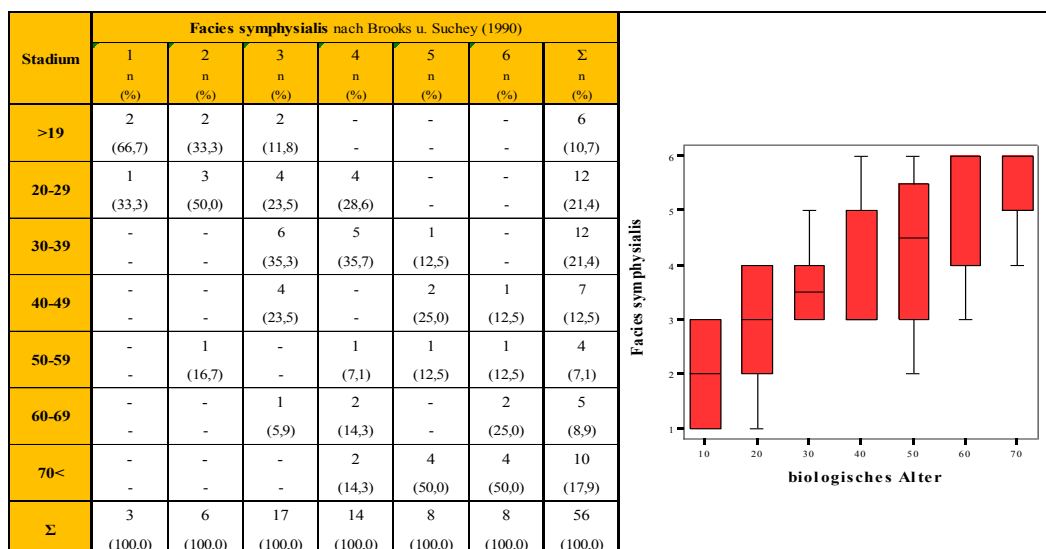


Abb. 52 Dresden-Briesnitz - Transitions-Analyse - Ergebnisausdruck eines männlichen Individuums (All data (cor): mittlere wahrscheinliche Altersangaben aller Komponenten; Cra: Altersangaben anhand der Obliteration der Schädelnähte; Pub: Altersangaben anhand der Facies symphysialis; Aur: Altersangaben anhand der Facies auricularis; mit graphischer Darstellung der Verteilung der jeweiligen Wahrscheinlichkeit)

Tab. 80 Transitions-Analyse – Facies symphysialis – Relief - Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz auf die Stadien der histo-morphologischen Veränderungen am Femur



Tab. 81 Transitions-Analyse – Mittleres Alter - Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz auf die Stadien der Facies symphysialis nach Brooks und Suchey (1990)



5.2.6 Humerus und Femur – proximales Ende

Die Verteilung der untersuchten Humeri (n=16) und Femora (n=19) sind in Tab. 82 abgebildet. Am Humerus treten gehäuft die oberen Stadien auf, während am Femur die Häufungen in den Stadien zwei und drei auftreten.

Tab. 82 Humerus und Femur proximal - Verteilung der Stadien der Individuen von Dresden-Briesnitz auf die Altersgruppen nach Acsadi et al. (1970)

		Stadium				
		1	2	3	4	5
Humerus	n	2	1	-	6	7
	Altersspanne in Jahren	23-57	41-61	48-65	52-67	54-69
Femur	n	1	5	10	-	-
	Altersspanne in Jahren	23-43	35-53	44-59	50-66	54-71

Am vorliegenden Material (vgl. Abb. 53) konnte nur an 16 Individuen der Humerus und nur an 16 Individuen der Femur untersucht werden. Daher können keine statistisch sicher belegbare Aussagen zu den Veränderungen an der Facies symphysialis und den histomorphologischen Veränderungen am Femur abgeleitet werden.

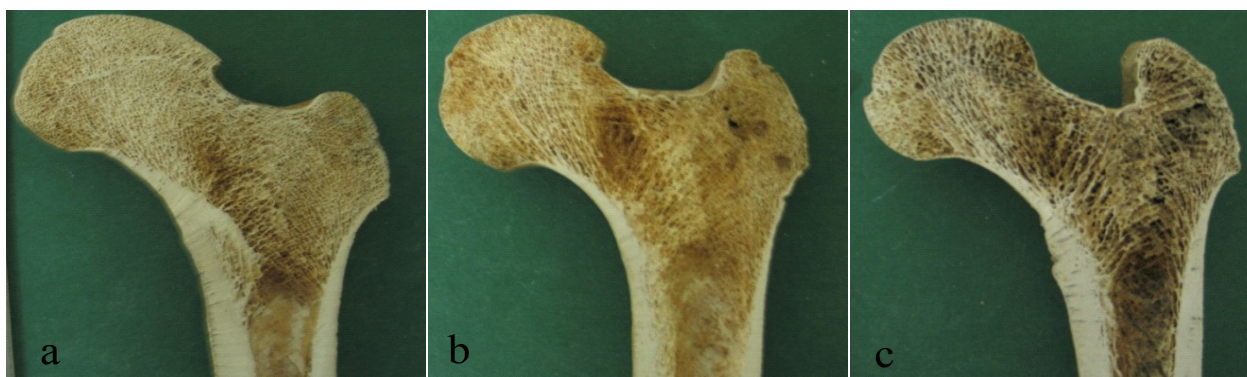


Abb. 53 Femur - proximal (Dresden Briesnitz) – a) Stadium 2; b) und c) Stadium 3 nach Acsadi und Nemeskéri (1970)

5.2.7 Histologie

In Tab. 83 und Abb. 54 sind die Verteilungen der untersuchten Femora mit den dazugehörigen Altersklassen abgebildet. Dabei ist auffällig, dass die höheren morphologischen Stadien kaum auftreten.

Tab. 83 Femur – Histologie periostal – Verteilung der Stadien der Individuen von Dresden-Briesnitz

	Stadium						
	1-2 n	3 n	4 n	5 n	6 n	7 n	8 n
Männer	6	17	8	10	4	0	0
indifferent	4	10	4	4	1	1	0
Frauen	6	9	10	4	2	0	0
Σ	16	36	22	18	7	1	0

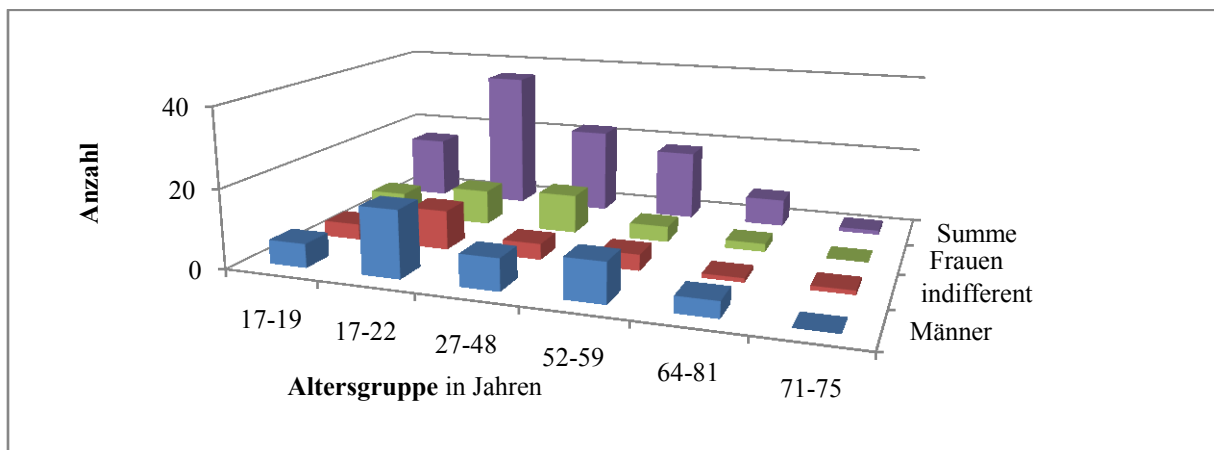


Abb. 54 Femur - Histologie periostal - Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz auf die am rezenten Material ermittelten Altersgruppen

Bei den histo-morphologischen Untersuchungen am Femur (vgl. Abb. 55) zeigen sich für alle untersuchten Areale positive Korrelationen ($k > +0,42$) zur Symphyse (vgl. Tab. 84). Insbesondere bei den zusammengefassten Stadien fallen die Übereinstimmungen in den unteren, mittleren und höheren Stadien im Vergleich zur Facies symphysialis auf (vgl. Abb. 56;). Nur der morphologische Gesamtaspekt des Femur zeigt geringere Zusammenhänge ($k = +0,38$) zu den Veränderungen an der Facies symphysialis.

Tab. 84 Histologie - Zusammenhang zwischen den ermittelten Stadien sowie den Stadien an der Facies symphysialis und den histo-morphologischen Veränderungen am Femur (Korrelationskoeffizient nach Spearman)

Areale		Facies symphysialis (Brooks u. Suchey 1990)		Femur	
		Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>	Korrelation <i>k</i>	Signifikanz <i>p</i>
Femur	1	+0,48	0,01	-	-
	2	+0,50	0,01	-	-
	3	+0,49	0,01	-	-
	4	+0,57	<0,001	-	-
	5	+0,42	0,04	-	-
	6	+0,46	0,01	-	-
	7	+0,49	<0,001	-	-
	8	+0,43	0,02	-	-
	Gesamt	+0,51	0,03	-	-
	MW	+0,53	<0,001	-	-
	Gesamt- aspekt	+0,38	0,19	-	-
Tibia	1	+0,17	0,36	+0,32	0,01
	2	+0,22	0,20	+0,47	0,01
	3	-0,13	0,83	+0,18	0,29
	4	+0,34	0,25	+0,49	<0,001
	5	+0,50	0,07	+0,42	0,03
	6	+0,18	0,75	+0,27	0,05
	Gesamt	+0,20	0,53	+0,13	0,74
	MW	+0,27	0,13	+0,49	<0,001
	Gesamt- aspekt	+0,52	0,00	+0,54	<0,001
Fibula	1	+0,11	0,96	+0,39	0,12
	2	+0,22	0,69	+0,51	0,04
	3	-0,28	0,39	+0,26	0,45
	4	-0,02	0,92	+0,42	0,10
	5	+0,02	1,00	+0,21	0,26
	6	+0,04	1,00	+0,16	0,32
	Gesamt	-0,53	0,64	+0,38	0,31
	MW	+0,15	0,65	+0,38	0,08
	Gesamt- aspekt	+0,16	0,62	+0,52	<0,001
Humerus	1	+0,45	0,11	+0,59	0,02
	2	+0,44	0,12	+0,45	0,08
	3	+0,71	0,01	+0,52	0,02
	4	+0,45	0,13	+0,34	0,11
	5	+0,41	0,23	+0,35	0,10
	6	+0,44	0,14	+0,46	0,04
	7	+0,45	0,16	+0,49	0,06
	8	+0,44	0,15	+0,50	0,03
	Gesamt	+0,38	0,28	+0,29	0,44
	MW	+0,57	0,03	+0,49	0,01
	Gesamt- aspekt	+0,28	0,16	+0,43	0,01

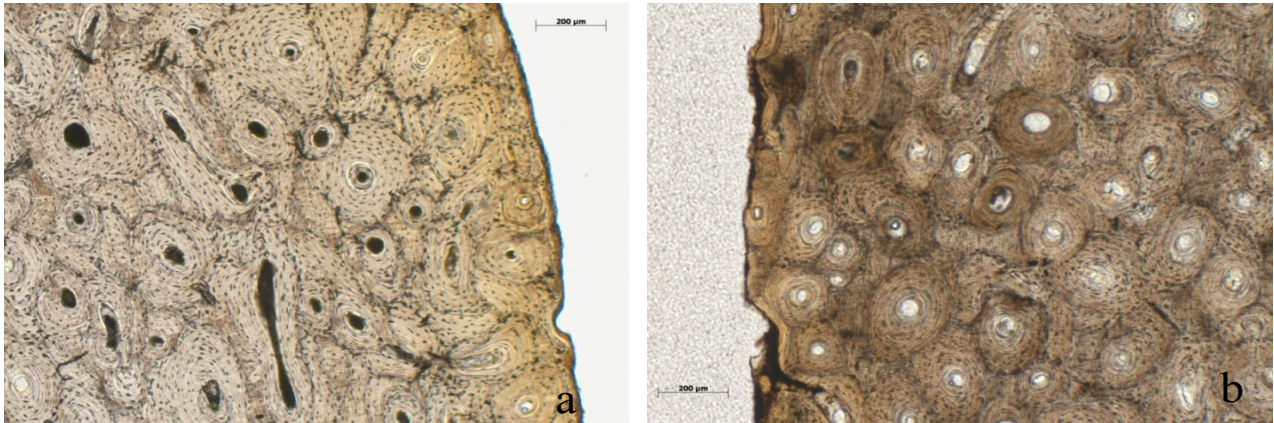


Abb. 55 Femur (Dresden Briesnitz) - Histologie (100 fache Vergrößerung) – a) Stadium 3 mit sehr großen heterogenen Osteonen; b) Stadium 4 mit sehr homogenen und dicht aneinander gelagerten Osteonen

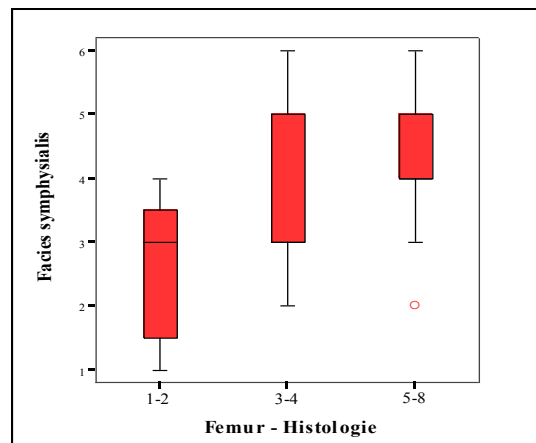


Abb. 56 Femur - Histologie - periostal-medial: Verteilung der Individuen von Dresden-Briesnitz auf die Stadien der Facies symphysialis nach Brooks und Suchey (1990) – Boxplot

An der Tibia (vgl. Abb. 57) zeigen sich im Vergleich zum Femur Korrelationen von $k=+0,13$ und im Vergleich zur Facies symphysialis von $k=+0,20$ für alle untersuchten Areale. Insbesondere bei der Betrachtung des morphologischen Gesamtaspektes liegen deutliche Übereinstimmungen zwischen den unteren, mittleren und höheren Stadien im Vergleich zur Symphyse ($k=+0,52$) und zum Femur ($k=+0,54$) vor (vgl. Abb. 58; Tab. 84).

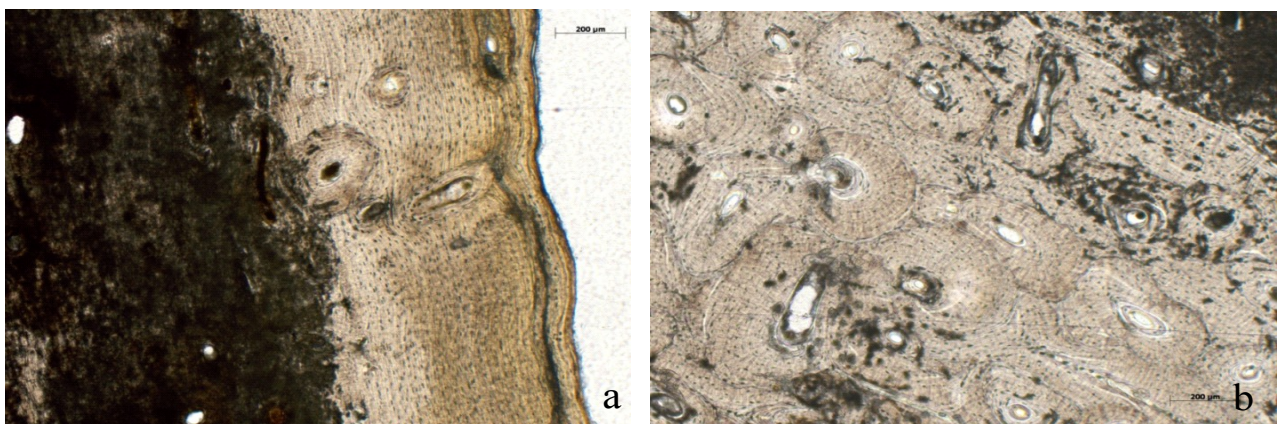


Abb. 57 Tibia (Dresden Briesnitz) - Histologie (100fache Vergrößerung) – a) Stadium 2 mit großem Anteil der Generallamelle und einzelnen Osteonen; b) Stadium 3 mit geringem Anteil der Generallamelle und zahlreichen heterogenen Osteonen

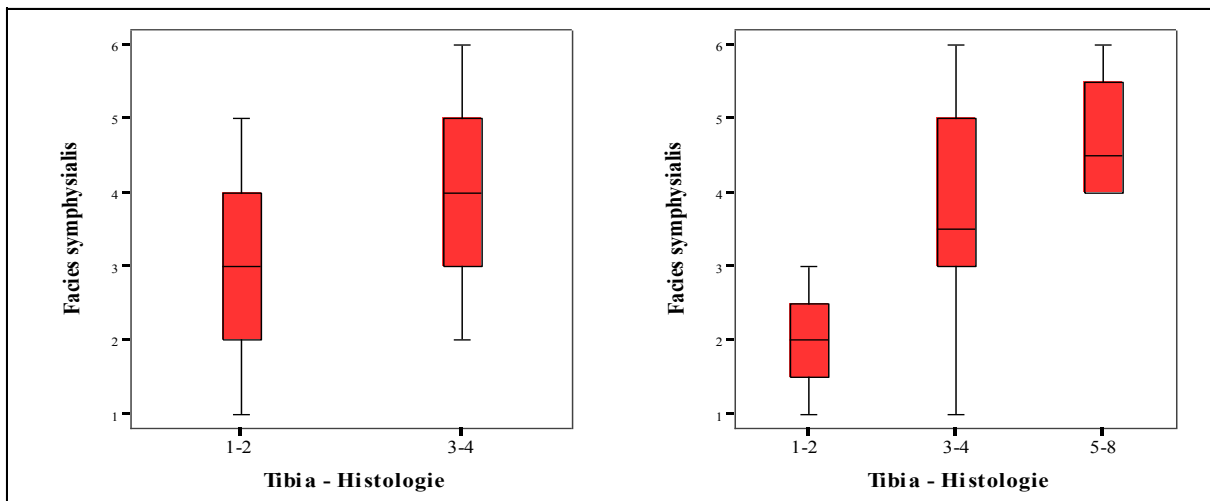


Abb. 58 Tibia - Histologie – links: periostal-medial; rechts: morphologischer Gesamtaspekt - Vergleich mit der Facies symphysialis Brooks und Suchey (1990)

An der Fibula (vgl. Abb. 59) können nur geringe Zusammenhänge zu den Veränderungen an der Symphyse ($k=+0,15$ für den Mittelwert der Areale) und dem Femur ($k=+0,38$ alle Areale) nachgewiesen werden (vgl. Tab. 84). An der Fibula wurden vor allem die unteren Stadien beobachtet. Die höheren Stadien treten nicht auf.

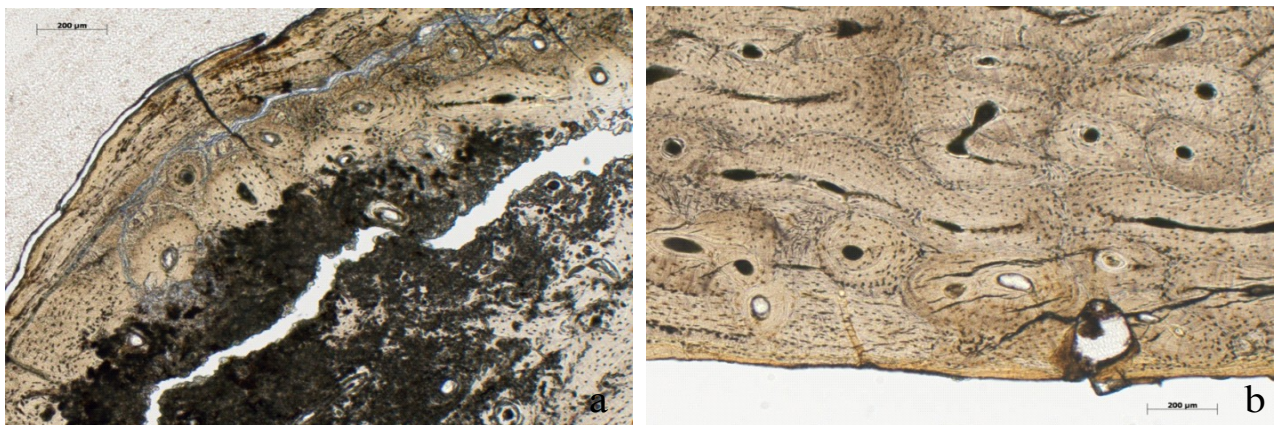


Abb. 59 Fibula (Dresden Briesnitz) – Histologie (100fache Vergrößerung) – a) Stadium 2 mit vereinzelten Osteonen, dunkle Anteile sind durch Dekomposition zerstört; b) Stadium 3 mit hohem Anteil der Generallamelle und zahlreichen heterogenen Osteonen

Am Humerus (vgl. Abb. 60) können in allen untersuchten Arealen Korrelationen von $k < 0,29$ im Vergleich zu den altersspezifischen Veränderungen an der Facies symphysialis sowie dem Femur nachgewiesen werden (vgl. Tab. 84). Der Gesamtaspekt der morphologischen Veränderungen am Humerus korreliert wesentlich geringer mit der Facies symphysialis als die untersuchten einzelnen Areale.

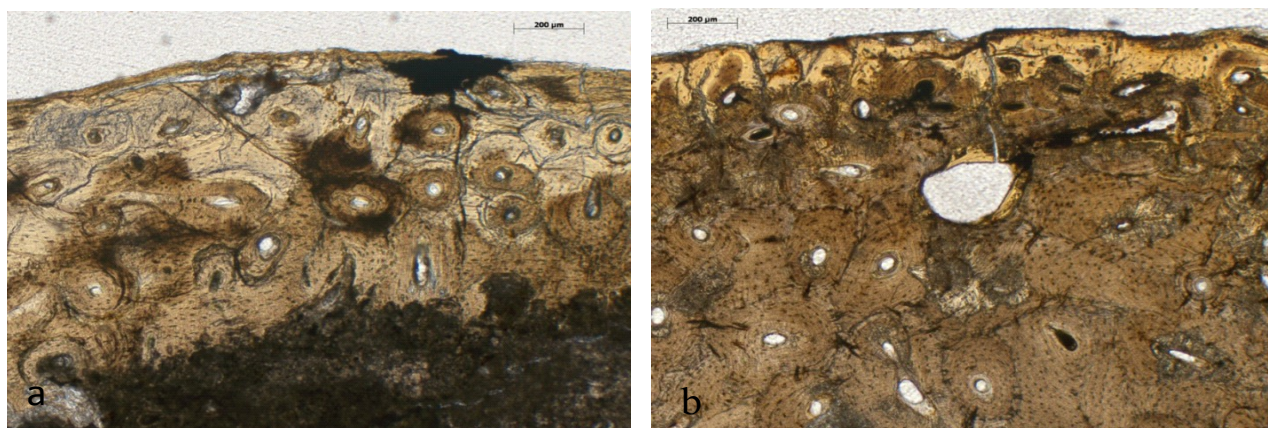


Abb. 60 Humerus (Dresden Briesnitz) - Histologie (100fache Vergrößerung) – a) Stadium 3 mit höherem Anteil von Generallamellen und zahlreichen Osteonen, dunkle Anteile sind durch Dekomposition zerstört; b) Stadium 4 mit geringem Anteil von Generallamellen und zahlreichen eher heterogenen Osteonen

5.2.8 Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen am Skelettmaterial von Dresden-Briesnitz

Mit den angewendeten Methoden wurden folgende Anzahlen von Individuen bestimmt:

- Cranium – Obliteration: n = 111
- Clavicula: n = 23
- Facies symphysialis: n = 65
- Facies auricularis: n = 97
- Transitions-Analyse: n = 116
- Femur – Histologie: n = 100

Zusammenfassend kann nach den Untersuchungen der altersspezifischen Veränderungen am mittelalterlichen Skelettmaterial im Vergleich zu den Veränderungen an der Facies symphysialis und dem Femur folgendes festgestellt werden:

- Die Obliteration der Schädeldachnähte an der Tabula interna zeigt eindeutige Zusammenhänge zu den beiden Vergleichsgrößen.
- Die Obliteration der Schädeldachnähte an der Tabula externa korreliert geringer mit den Vergleichsparametern als an der Tabula interna.
- Die Veränderungen an der Facies symphysialis zeigen hohe Übereinstimmungen mit den histo-morphologischen Veränderungen am Femur.
- Die Veränderungen an der Facies auricularis zeigen geringe Übereinstimmungen zu den Vergleichsgrößen.
- Die Transitions-Analyse liefert Altersangaben, die stark mit den Vergleichsparametern korrelieren.

- Die histo-morphologischen Veränderungen am Femur zeigen hohe Korrelationen zu den Veränderungen an der Facies symphysialis. Bei der Verwendung des morphologischen Gesamtaspektes sind die Zusammenhänge deutlich geringer.
- Die histo-morphologischen Veränderungen an der Tibia zeigen geringere Korrelationen zu den Vergleichsparametern, als bei der Verwendung des morphologischen Gesamtaspektes.
- Die histo-morphologischen Veränderungen am Humerus zeigen hohe Korrelationen zu den Vergleichsparametern. Bei der Verwendung des morphologischen Gesamtaspektes sind die Zusammenhänge deutlich geringer.

5.3 Demographische Rekonstruktion des Gräberfeldes Dresden-Briesnitz

Im Rahmen der umfangreichen Gräberfeldbereinigung werden die einzelnen Skelettelemente wieder zusammengeführt. Dazu werden die Grabungsunterlagen von 1991 bis 1992 sowie die Individualdaten zu Alter und Geschlecht genutzt. Die Skelettindividuen, denen nur einzelne Fragmente zugeordnet werden konnten, oder „Knochenhaufen“, welche aus zahlreichen Individuen bestehen könnten, werden als Streufunde angesprochen und gehen nicht in die Untersuchungen zur Altersstruktur ein.

Es ist von einer Gesamtindividuenanzahl von maximal 827 Individuen auszugehen. Davon können 583 Skelettindividuen als sichere Einzelindividuen angesprochen werden, bei denen zahlreiche Skelettabschnitte vorliegen und bei denen mehrfach Informationen zum Individuum an mehreren Knochen abgeleitet wurden. Damit wurde die Zusammengehörigkeit mehrfach abgesichert. Betrachtet man nur die erwachsenen Individuen, beträgt die Anzahl 234 sichere Individuen und 411 Individuen unter der Berücksichtigung bestimmbarer Einzel-funde.

Basierend auf den in Abschnitt „Methodik“ genannten Arbeiten zur Geschlechtsbestimmung sind in Folge der Gräberfeldbereinigung eine Zusammenführung der Einzelbestimmungen und damit eine Optimierung der abschließenden Geschlechtsbestimmung der erwachsenen Skelettindividuen möglich. Die daraus resultierende Geschlechtsverteilung zeigt Tab. 85.

Es herrscht ein beinahe ausgewogenes Verhältnis zwischen Männern und Frauen. In allen Bestattungshorizonten ist ein minimaler Männerüberschuss zu beobachten.

Die Altersbestimmung der subadulten Individuen erfolgt nach der Zusammenführung der Ergebnisse der Arbeiten von Liss (2002), Volkmann, (2007), Förster (2008) und Liebschwager (in Vorb.).

Tab. 85 Dresden-Briesnitz – Verteilung der erwachsenen Skelettindividuen, denen ein Geschlecht zugeordnet werden konnte auf die Bestattungshorizonte

Geschlecht	älterer Horizont	ohne Horizont	jüngerer Horizont	gesamt
männlich	34	51	30	115
indifferent	25	39	17	81
weiblich	33	43	28	104
gesamt	92	133	75	300

Die abschließende Altersbestimmung der erwachsenen Individuen erfolgt nach den erarbeiteten Altersangaben am eigenen altersbekanntem (rezenten) Material, insbesondere den histologischen Untersuchungen und den Veränderungen an der Facies symphysialis. Für Individuen, bei denen diese Abschnitte aufgrund des z.T. schlechten Erhaltungszustandes nicht beurteilt werden konnten, erfolgte die Altersbestimmung anhand der Facies auricularis und der Obliteration der Schädeldachnähte unter Bevorzugung der Tabula interna. Neben den eigenen ermittelten Altersangaben wurden für die Altersbestimmung die Altersangaben nach Nemeskéri und Acsádi (1960) und Buckberry und Chamberlain (2002) als Referenz berücksichtigt, da diese auf einer höheren Stichprobe beruhen und insbesondere das Verfahren nach Nemeskéri und Acsádi (1960) häufig angewendet wird. Die Altersverteilung der Skelettindividuen des Gräberfeldes Dresden-Briesnitz sowie der einzelnen Bestattungshorizonte sind in Abb. 61 dargestellt. Dabei zeigen sich im Mischhorizont (ohne Horizont) mehr Individuen bei den Kleinkindern sowie in den Altersklassen der 20 bis 40-jährigen. Im älteren Horizont wurden mehr Individuen als im jüngeren Horizont bestattet.

Die Sterbetafel für das gesamte Gräberfeld zeigt Tab. 86. Für das gesamte Gräberfeld als auch für die einzelnen Bestattungshorizonte zeigt sich eine sehr hohe Kindersterblichkeit, insbesondere in der Altersgruppe der null- bis fünfjährigen. Darauf beruht auch die ermittelte geringe Lebenserwartung. Es wird bei der Berechnung des gesamten Friedhofes eine Lebenserwartung von ca. 26 Jahren ermittelt, dabei muss berücksichtigt werden, dass es sich dabei um eine rein mathematische Kenngröße handelt. Es ist bei allen erstellten Sterbetafeln ein Anstieg der Lebenserwartung nach der Überwindung der Altersgruppe Infans I zu beobachten (vgl. Abb. 62). Mit dem Eintritt in die adulte Altersgruppe zeigt sich eine stetige Abnahme der Lebenserwartung mit zunehmendem Alter. Dabei ist die Lebenserwartung der Frauen etwa drei bis fünf Jahre geringer als die der Männer in den jeweiligen Altersklassen.

Bei der Betrachtung der Unterschiede zwischen den Horizonten ist auffällig, dass bei den Männern im jüngeren Horizont die Lebenserwartung bei den adulten Individuen deutlich ansteigt, während sie im Vergleich zum älteren Horizont in den höheren Altersgruppen geringer

ist (vgl. Abb. 63). Bei den Frauen ist ein genereller Anstieg der Lebenserwartung im jüngeren Bestattungshorizont im Vergleich zum älteren Horizont zu beobachten (vgl. Tab. 87; Abb. 64).

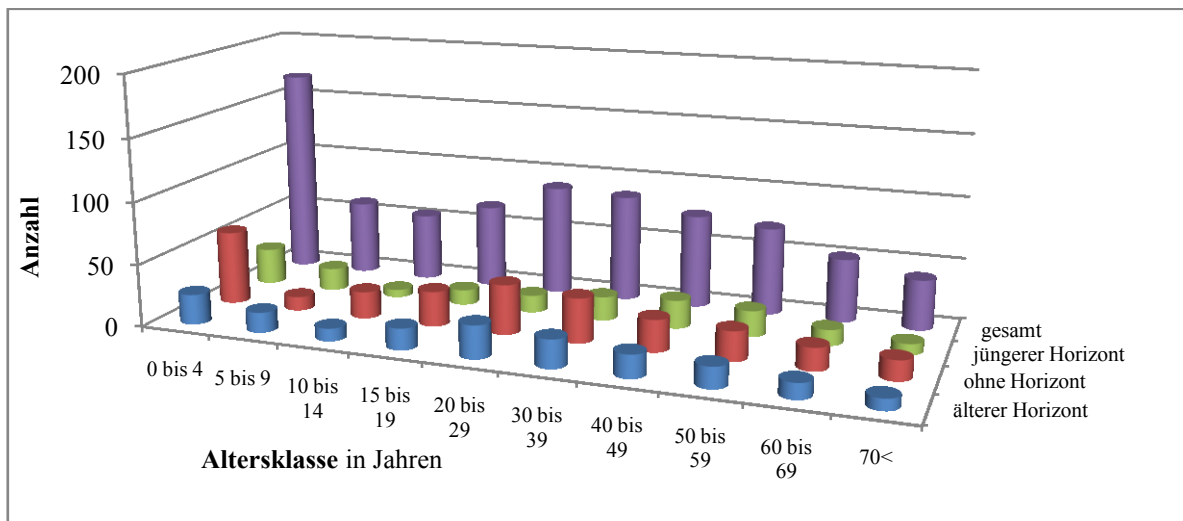


Abb. 61 Dresden-Briesnitz Anzahl der Individuen der jeweiligen Horizonte und Altersklassen

Tab. 86 Dresden-Briesnitz Sterbetafel für das gesamte Gräberfeld

x	a	Dx	dx	lx	qx	Lx	Tx	e_x^0
0 bis 4	5	217,7	263,1	1000,0	263,1	4342,2	26017,2	26,0
5 bis 9	5	94,1	113,8	736,9	154,4	3400,0	21675,0	29,4
10 bis 14	5	73,9	89,3	623,1	143,4	2892,2	18275,1	29,3
15 bis 19	5	30,1	36,4	533,8	68,1	2577,9	15382,9	28,8
20 bis 29	10	88,5	107,0	497,4	215,1	4438,9	12805,0	25,7
30 bis 39	10	86,0	103,9	390,4	266,1	3384,4	8366,1	21,4
40 bis 49	10	75,2	90,9	286,5	317,2	2410,6	4981,7	17,4
50 bis 59	10	70,4	85,1	195,6	435,0	1530,7	2571,1	13,1
60 bis 69	10	51,1	61,8	110,5	558,7	796,5	1040,4	9,4
70<	10	40,4	48,8	48,8	1000,0	243,9	243,9	5,0

x - Altersklasse in Jahren; a - Umfang der Altersklasse in Jahren; Dx - Anzahl der in x gestorbenen Individuen; dx - relative Anzahl der in x gestorbenen Individuen; lx - relative Anzahl der Überlebenden in x; qx - Sterbewahrscheinlichkeit in x; Lx - Anzahl der insgesamt gelebten Jahre zwischen x und x+1; Tx - Anzahl der insgesamt noch zu lebenden Jahre; e_x^0 - mittlere Lebenserwartung in x

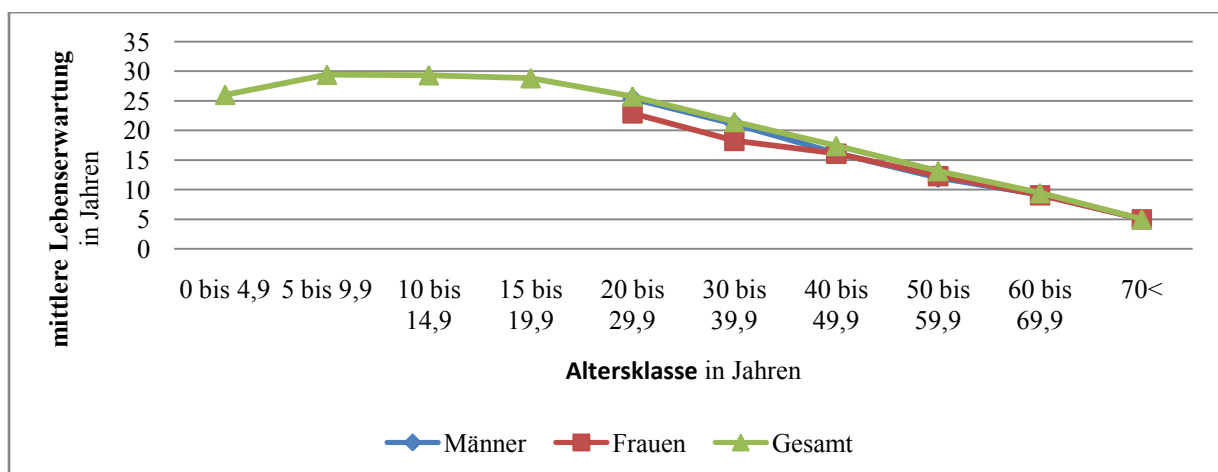


Abb. 62 Dresden-Briesnitz - Mittlere Lebenserwartung – gesamtes Feld unter Vernachlässigung der Streufunde

Tab. 87 Dresden-Briesnitz - Mittlere Lebenserwartungen für die Altersklassen innerhalb der Horizonte unter Berücksichtigung des Geschlechts

Alters- klasse*	Männer*			Frauen*			alle Individuen*		
	ältere r Horizont	jüngere r Horizont	gesamt	ältere r Horizont	jüngere r Horizont	gesamt	ältere r Horizont	jüngere r Horizont	gesamt
0 bis 4	-	-	-	-	-	-	29,4	28,3	26,0
5 bis 9	-	-	-	-	-	-	28,8	31,1	29,4
10 bis 14	-	-	-	-	-	-	28,3	32,0	29,3
15 bis 19	-	-	-	-	-	-	27,5	31,5	28,8
20 bis 29	24,4	25,5	25,3	20,2	25,4	22,9	24,3	27,5	25,7
30 bis 39	21,0	18,9	21,1	16,4	18,9	18,3	20,8	21,2	21,4
40 bis 49	16,0	13,2	16,1	14,3	15,4	16,1	17,1	16,0	17,4
50 bis 59	11,0	9,7	12,0	11,5	12,1	12,3	12,9	12,0	13,1
60 bis 69	7,7	9,2	9,1	9,1	8,9	9,0	9,2	9,0	9,4
70<	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

*Angaben in Jahren

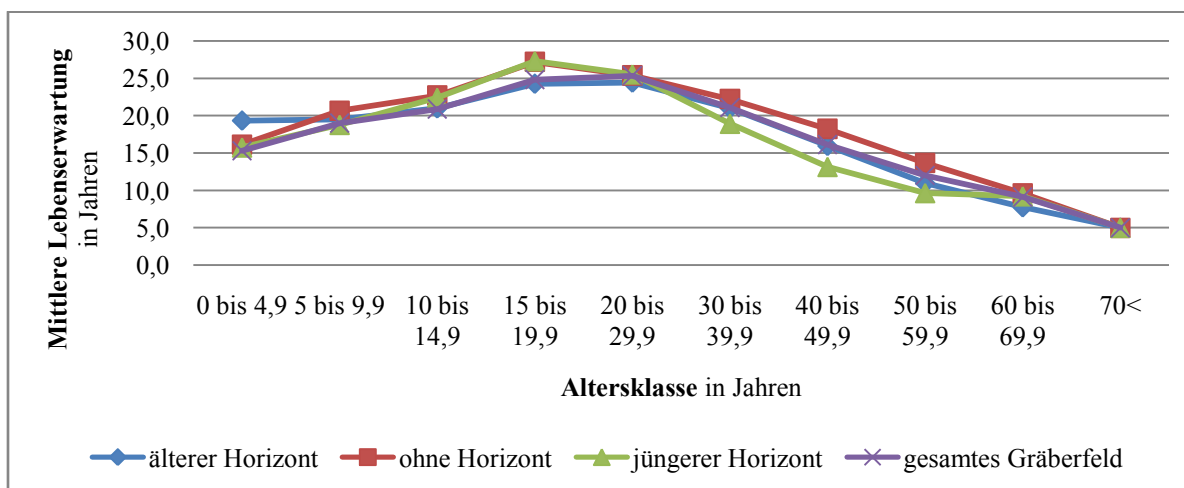


Abb. 63 Dresden-Briesnitz - Mittlere Lebenserwartung der Männer unter Vernachlässigung der Streufunde

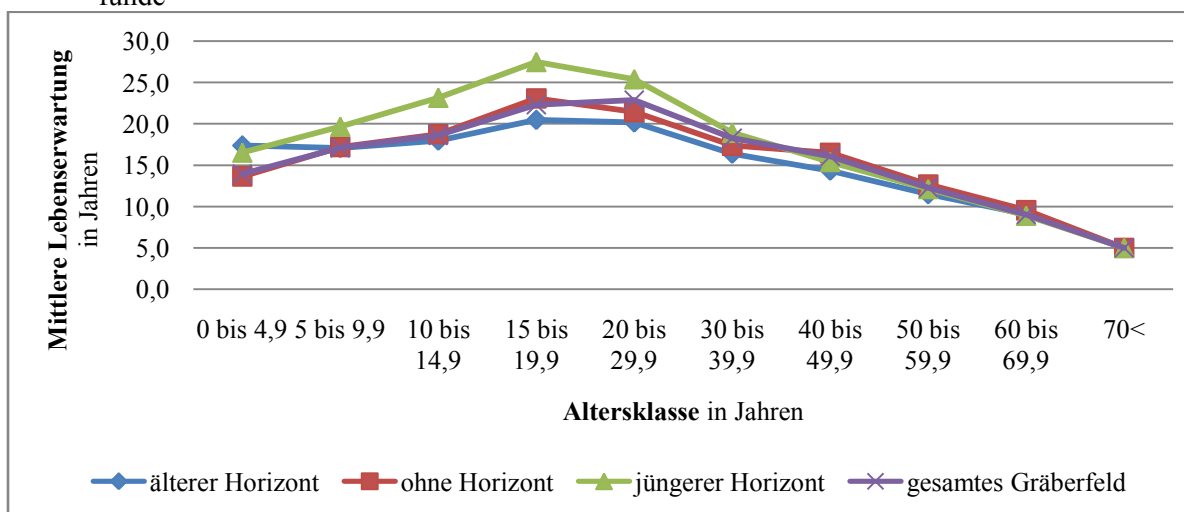


Abb. 64 Dresden-Briesnitz - Mittlere Lebenserwartung der Frauen unter Vernachlässigung der Streufunde

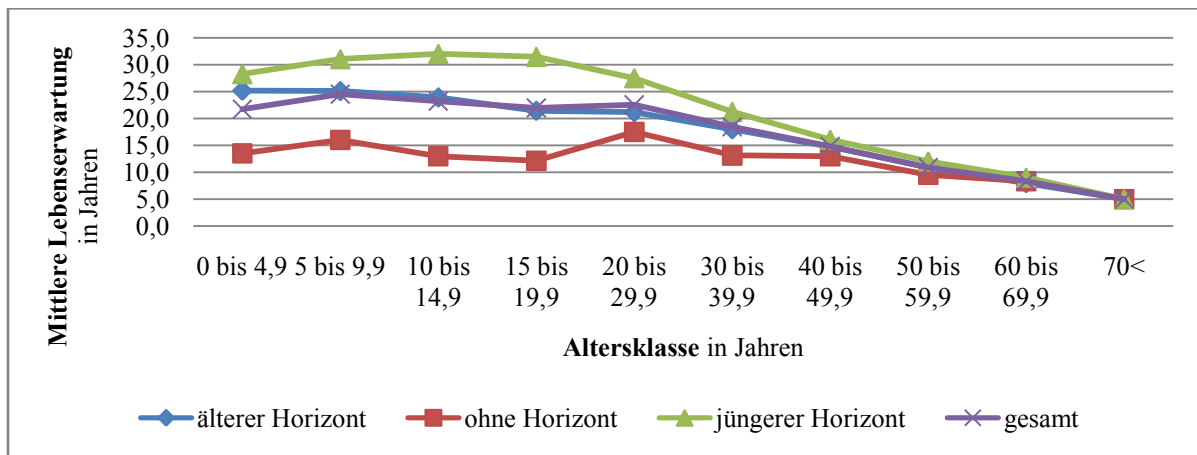


Abb. 65 Dresden-Briesnitz – gesamtes Gräberfeld ohne Streufunde - Mittlere Lebenserwartung der Bestattungshorizonte

6 Diskussion

6.1 Untersuchung der altersspezifischen Veränderungen

Obliteration der Nähte des Schädeldaches

Im Rahmen der Untersuchungen zur Obliteration der Nähte des Schädeldaches erweisen sich die Veränderungen an der Tabula interna am altersbekanntem Material als wesentlich besser geeignet für die Altersbestimmung als die Veränderungen an der Tabula externa. Somit kann in Übereinstimmung mit Hajnis und Novak (1976) und Voigt et al. (2006) bestätigt werden, dass der Obliterationsverlauf an der Tabula interna wesentlich regulärer erfolgt und geringeren Schwankungen unterliegt. Selbst in den höheren Altersgruppen treten an der Tabula externa kaum verstrichene Nahtabschnitte auf, die in diesen Gruppen zu erwarten wären.

Damit lässt eine offene Naht an der Tabula externa keine eindeutige Alterseinordnung der jüngeren Individuen zu. Erst wenn die Spuren der Nahtverstreichung an den Schädeldachnähten zu beobachten sind, kann davon ausgegangen werden, dass es sich um einen Erwachsenen der Altersgruppen matur bis senil handelt. Besonders problematisch wird die Altersbestimmung an den Nähten mit komplexerem Nahtverlauf wie die Sutura lambdoidea, die eine sehr starke Exkursion besitzt und in die oft Nahtknochen in Folge gestörten Nahtverschlusses eingelagert sind. Da in diesem Abschnitt kaum eine vollständige Obliteration zu beobachten ist, eignen sich diese selbst für die Einordnung in sehr große Altersspannen nicht.

An der Tabula interna tritt besonders die Eignung der Sutura sagittalis deutlich hervor. Die Obliteration erfolgt hier regulärer, da die Exkursion der Sutura sehr linear verläuft. Die Angaben der Obliteration der Tabula interna nach Nemeskéri und Acsádi (1960) sind den eigenen ermittelten Altersspannen sehr ähnlich (vgl. Abb. 66). Der oft als ungeeignet beschriebene Abschnitt C3 der Sutura coronalis leistet ebenfalls einen Beitrag für die Altersbestimmung eines Individuums. Dieser Bereich verstreicht in Folge des Ansatzes des Musculus temporalis

verhältnismäßig früh. Diese geringe Spanne bietet bereits einen Ansatz für die Alterseinstufung. Der Abschnitt C3 der Sutura coronalis zeigt somit eine besondere Eignung für die Einstufung junger Erwachsener. Auch an der Tabula interna zeigen die Nahtabschnitte an der Sutura lambdoidea verhältnismäßig geringe Bezüge zum Alter. Dies beruht zum Teil auf der starken Exkursion der Nähte und den sehr dicken Knochenanteilen im Bereich des hinteren Os parietale und der Squama des Os occipitale. Der Nahtabschnitt L3 der Sutura lambdoidea sollte als alleiniges Merkmal nicht genutzt werden, da er selbst im hohen Alter an der Tabula interna noch vollständig offen sein kann. In Folge der ermittelten großen Variabilität der Sutura lambdoidea scheinen die unter anderem in den Verfahren von Todd und Lyon (1924; 1925a) angegebenen engen Altersspannen als sehr fraglich. An allen Nahtabschnitten wurden sehr weite Altersspannen ermittelt, die sich über mehrere Zehnjahresklassen erstrecken.

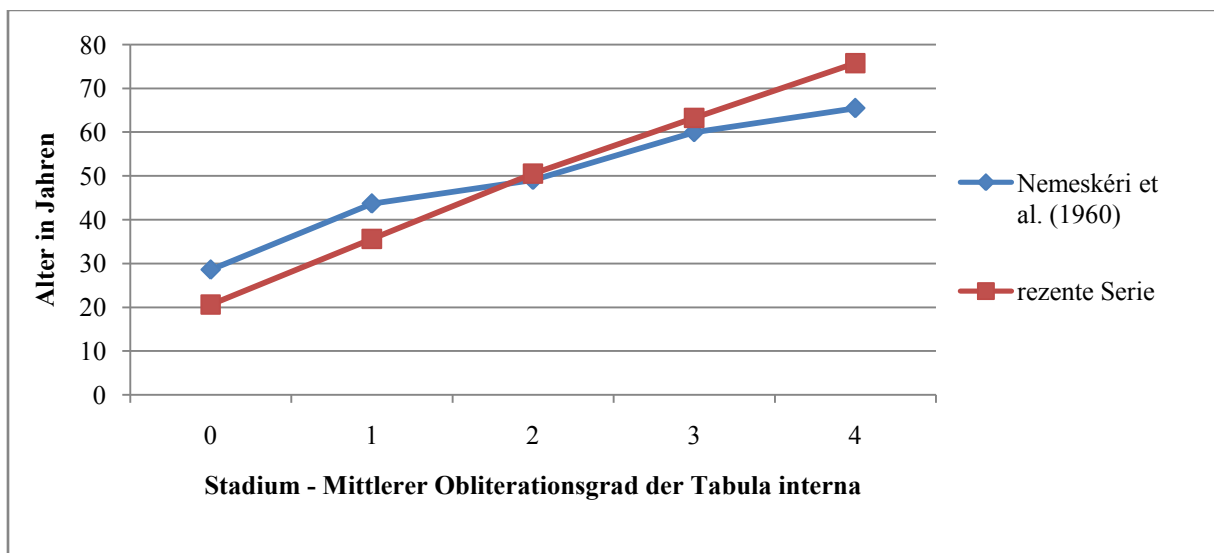


Abb. 66 Vergleich der ermittelten Altersangaben (Mittelwerte) der mittleren Obliterationsgrade der Tabula interna nach den Angaben von Nemeskéri und Acsádi (1960) sowie der Angaben der vorliegenden rezente Serie

Das Verfahren nach Meindl und Lovejoy (1985) ist als weniger empfehlenswert einzustufen. Die alleinige Verwendung der Tabula externa erwies sich als ungeeignet für die Altersbestimmung. Die untersuchten Nahtabschnitte am Pterion, der Sutura sphenofrontalis sowie der Sutura sphenotemporalis superior und inferior zeigten sehr hohe Variationen, die anscheinend mehr mit der Schädelmorphologie einhergehen als mit dem Alter. Die Obliteration am Pterion scheint, wie bereits am Abschnitt C3 der Sutura coronalis beschrieben, sehr stark vom Ansatz des Musculus temporalis beeinflusst zu sein. Ein weiterer Faktor ist, dass diese Region mit dem sehr engräumigen Zusammentreffen der Sutura coronalis, sphenofrontalis, sphenotemporalis superior und der Sutura squamosa sehr variabel ist, sodass von vornherein schon sehr unterschiedliche Verwachsungsverläufe innerhalb einer Population und vor allem bei den

Vergleichen zwischen verschiedenen Gruppen zu erwarten sind. Somit ist dieses Merkmal sehr ungeeignet für ein Verfahren zur Altersbestimmung. Die *Sutura spenofrontalis superior* zeigt selbst bei Individuen der oberen Altersgruppen noch die unteren Obliterationsgrade. Diese Naht scheint sehr spät, wenn überhaupt zu obliterieren, was mit der Morphologie der *Squama ossis temporalis* in Verbindung gebracht werden kann. Denn wie der Name bereits andeutet, ist der Rand des *Os temporale* etwas schuppenartig über den Rand des *Ala major* des *Os sphenoidale* an der *Tabula externa* ausgezogen. Damit ist ein regulärer Obliterationsverlauf für diesen Abschnitt nicht zu erwarten. Des Weiteren setzen die benötigten Nahtabschnitte ein nahezu vollständiges Neurocranium voraus. Dabei stellt die Unterteilung in Vorderen Nahtkomplex und Schädeldachsystem auch keine Hilfe dar. Für eine Alterszuordnung müssen alle Nahtabschnitte des jeweiligen Komplexes vorliegen, was bei historischem, bodengelagertem Skelettmaterial nur sehr selten der Fall ist.

Die u.a. von Schmitt und Tamaska (1970) und Meindl und Lovejoy (1985) beschriebenen geschlechtsspezifischen Obliterationsverläufe wurden in Übereinstimmung mit den Untersuchungen von Acsádi und Nemeskéri (1970) am vorliegenden Material nicht ermittelt.

Zusammenfassend betrachtet werden deutlich größere Altersspannen der Stadien der Obliteration an der vorliegenden Serie ermittelt, als in den gängigen Verfahren angegeben. Die Obliteration der Schädelnähte an der *Tabula interna* können wertvolle Hinweise zum Alter eines Individuums liefern und ermöglicht zumindest die sichere Einteilung in die Altersgruppen *Adultas*, *Maturitas* und *Senilis* unter Berücksichtigung der Überschneidungsbereiche. Die Obliteration an der *Tabula externa* sollte aufgrund ihrer noch größeren Variabilität als einzelner Altersindikator nicht eingesetzt werden.

Clavicula – Extremitas sternalis

An der sternalen Gelenkfläche der *Clavicula* kann die von Szilvássy (1977) und Owings (1981) angegebene Eignung für die Altersbestimmung junger Erwachsener am rezenten und historischen Material bestätigt werden. Es muss jedoch bedacht werden, dass auch die Prozesse der Entwicklung und Verwachsung der *Extremitas sternalis* einer gewissen Variabilität unterliegen. In einigen Fällen ist ein Fehlen der sternalen Knochenplatte bei frühadulten Individuen zu beobachten und auf der anderen Seite ist die Verwachsung der sternalen Gelenkfläche schon wesentlich früher abgeschlossen als in der Literatur angegeben. Auch die morphologische Gestaltung der *Extremitas sternalis* der *Clavicula* kann sehr variabel sein. Bei einigen Individuen wurden trichterförmige Ausziehungen am Rand der sternalen Gelenkfläche beobachtet. Die Grundfläche dieses Trichters war zum Teil sehr eng begrenzt, sodass in solchen

Regionen eine reguläre Ausprägung der sehr filigranen Knochenplatte, deren Entwicklung für die Altersbestimmung essentiell ist, nur gestört oder gar nicht stattfinden kann. Zur eigenen Stichprobe der Claviculae muss kritisch angemerkt werden, dass die Anzahl der Individuen sehr gering ist. Die rezente Stichprobe war sehr stark überaltert und enthielt nur wenige junge Erwachsene.

Thorax

Die Altersbestimmung am Thorax, insbesondere die Veränderungen an den sternalen Enden der Rippen wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht untersucht, soll aber dennoch diskutiert werden. Für die Untersuchungen am altersbekanntem Material stand keine Serie in genügend hoher Anzahl zur Verfügung. Am historischen Material existieren sehr viele Individuen, an denen vom Thorax zahlreiche Skelettteile vorlagen. Es stellte sich jedoch bei den ersten Inspektionen heraus, dass der Erhaltungszustand der Rippen sehr schlecht ist. Bei nahezu allen Individuen lagen die Rippen in stark fragmentiertem Zustand vor, was vor allem auf die Druckeinwirkung des Bodens auf die Bestatteten zurückzuführen ist. Damit war eine eindeutige Zuordnung, um welche Rippen es sich innerhalb des Thorax handelt, sieht man von den ersten beiden Rippen ab, kaum möglich. Des Weiteren sind die altersspezifischen Veränderungen an den sternalen Rippenenden so filigran, dass sie bereits im Boden abgebaut worden sind oder während der Ausgrabung übersehen wurden. Bei den Befunden im Gräberfeld, bei denen mehrere Skelette in Gräbern geborgen wurden, war die Zuordnung der Fragmente des Thorax zu einzelnen Individuen nicht immer mit der nötigen Sicherheit möglich.

Os coxae

Bei allen an der **Facies symphysialis** des Os coxae angewendeten Methoden werden statistisch nachweisbare Zusammenhänge zwischen dem Alter und den jeweiligen Stadien ermittelt. Damit wurde die Eignung der Verfahren (Todd 1920; McKern und Stewart 1957; Nemeskéri und Acsádi 1960; Gilbert und McKern 1973; Brooks und Suchey 1990) bestätigt. Daher scheinen, zumindest auf den ersten Blick, diese Verfahren in ihrer Eignung gleichberechtigt. Am vorliegenden rezente Material, einer verhältnismäßig kleinen Stichprobe, wurden sehr weite Altersspannen ermittelt, die sich am ehesten mit denen von Brooks und Suchey (1990) decken (vgl. Tab. 88). Von der Verwendung sich ausschließender Altersklassen wie sie u.a. im Verfahren von Todd (1920) angegeben werden, ist stark abzuraten. Des Weiteren hat es sich entsprechend der Arbeiten von Brooks (1955) und Forster (2003) bestätigt, dass mit

Hilfe der Facies symphysialis auch eine Altersbestimmung der über 50-jährigen Individuen möglich ist (vgl. Tab. 88).

Tab. 88 Vergleich der ermittelten Altersspannen an der Facies symphysialis der rezenten Serie mit den Angaben der jeweiligen Methoden

	Stadium	Geschlecht	Altersspannen (in Jahren)			
			Methode		rezente Serie	
			5%Spannweite	95% Spannweite	25. Perzentile	75. Perzentile
Brooks u. Suchey (1990)	1	Männer	15	23	15	-
		Frauen	15	24		
	2	Männer	19	34	26	57
		Frauen	19	40		
	3	Männer	21	46	23	51
		Frauen	21	53		
	4	Männer	23	57	37	63
		Frauen	26	70		
	5	Männer	27	66	44	70
		Frauen	25	83		
	6	Männer	34	86	29	65
		Frauen	42	87		
	Stadium		Min.	Max.	25. Perzentile	75. Perzentile
Todd (1920)	1		18	19	15	-
	2		20	21	20	-
	3		22	24	31	-
	4		25	26	23	-
	5		27	30	31	-
	6		30	35	71	-
	7		35	39	-	-
	8		39	44	-	-
	9		45	50	31	-
	10		50+		54	68
	Stadium		Min.	Max.	25. Perzentile	75. Perzentile
Nemeskéri u. Acsádi (1960)	1		18	45	15	-
	2		23	69	20	-
	3		25	76	25	46
	4		24	81	55	71
	5		41	86	54	68

Die Untersuchungen am rezenten und historischen Skelettmaterial zeigen jedoch auch, dass die Variationsbreiten der morphologischen Veränderungen an der *Facies symphysialis* sehr weit sein können. Zuordnungen der Individuen in die Altersgruppen lassen sich nur für die unteren und höchsten Altersgruppen mit sehr hoher Sicherheit durchführen.

Dass am vorliegenden Material keine deutlichen Geschlechtsunterschiede zu beobachten waren, lässt sich zumindest für das rezente Material auf die sehr kleine Gruppe der Frauen zurückführen. Insbesondere an den weiblichen Symphysen wurden oft deutlichere Abweichungen der altersspezifischen Veränderungen zwischen Männern und Frauen beschrieben, was z.B. in Folge des Einflusses von Geburtstraumata, die eine höhere Altersgruppe vortäuschen können, erklärt werden kann.

Die Veränderungen an der *Facies symphysialis* verfügen mit den verhältnismäßig einfachen Graduierungsmöglichkeiten über eine optimale Eignung für morphologische Methoden zur Altersbestimmung. Wenn zudem die weiten Altersspannen der jeweiligen Stadien, in Folge der Variabilität, berücksichtigt werden, ist eine Alterseinordnung auch in die anderen Altersgruppen möglich.

Bei den Verfahren an der **Facies auricularis** des *Os coxae* nach Lovejoy et al. (1985) und Buckberry und Chamberlain (2002) konnten klare Beziehungen zum Alter ermittelt werden. Dies steht zum Teil im Widerspruch zu den Aussagen in der Literatur, in der Veränderungen an der *Facies auricularis* oft als schwer beurteilbar eingestuft und daher als wenig geeignet für ein objektives Verfahren zur Altersbestimmung eingeordnet werden (Murray und Murray 1991). Dem kann in soweit zugestimmt werden, dass die Beurteilung der zum Teil recht feinen Veränderungen ausgiebige Übung am altersbekanntem Material verlangt. Für einen „ungeübten“ Untersuchenden ist das Verfahren nach Buckberry und Chamberlain (2002) einfacher anwendbar als die Methode nach Lovejoy et al. (1985), da u.a. die schwierige Unterscheidung von Furchen und Streifen entfällt. Das Verfahren nach Igarashi et al. (2005) erwies sich am vorliegenden rezenten Material als ungeeignet. Selbst die Trennung von jungen und älteren Erwachsenen war nur unzureichend möglich. Die als Vereinfachung gedachte binäre Beurteilung der zahlreichen Veränderungen lieferte keine verwendbaren Resultate. Entsprechend der Arbeit von Schmitt (2004) muss von einer unkritischen Übertragung von Verfahren, die an anderen Populationen erarbeitet wurden, abgeraten werden. Kritisch anzumerken bleibt, dass im Verfahren nach Lovejoy et al. (1985) sich ausschließende Altersklassen angegeben werden, was in völligem Gegensatz zu den eigenen Ergebnissen und dem Verfahren nach Buckberry und Chamberlain (2002) steht (vgl. Tab. 89).

Tab. 89 Vergleich der ermittelten Altersspannen an der Facies auricularis der rezente Serie mit den Angaben der jeweiligen Methoden

	Stadium	Altersspannen (in Jahren)			
		Methode		rezente Serie	
		Min.	Max.	25. Perzentile	75. Perzentile
Lovejoy et al. (1985)	1	20	24	-	-
	2	25	29	16	38
	3	30	34	25	49
	4	35	39	29	57
	5	40	44	46	70
	6	45	49	57	-
	7	50	60	57	-
	8	60+		-	-
Buckberry u. Chamberlain (2002)	1	16	19	-	-
	2	21	38	15	31
	3	16	65	38	62
	4	29	81	28	54
	5	29	81	42	67
	6	39	91	51	73
	7	53	91	31	-

Ein weiteres Problem bei dem Verfahren nach Lovejoy et al. (1985) stellen die Beschreibungen der Stadien dar. Innerhalb der Stadien werden zahlreiche Merkmale in ihren Veränderungen beschrieben. Da viele Merkmale innerhalb eines Stadiums mit einer für dieses Stadium spezifischen Ausprägung beschrieben werden, kann zumindest prinzipiell ein Individuum auch nur in dieses Stadium eingeordnet werden, wenn alle Kriterien erfüllt sind. Dies war am vorliegenden Material bei dem Großteil der untersuchten Auricularflächen nicht möglich.

Aufgrund der Variabilität des Auftretens verschiedenster Veränderungen in diversen Kombinationen stieg der subjektive Faktor während der Graduierung stark an, da es dem Urteil des Untersuchenden überlassen wurde, welche Merkmale als die wichtigsten Kriterien und welche nur als sekundäre Hinweise gewertet wurden. Dieses Problem konnte bei dem Verfahren nach Buckberry und Chamberlain (2002) mit der Verwendung einzelner Stadienbeschreibungen für die jeweiligen Merkmale minimiert werden. Die oft beschriebene Überschätzung der jungen Individuen und die Unterschätzung der alten Individuen konnte zumindest im Ansatz am vorliegenden Material bestätigt werden. Die Ursachen hierfür sind in erster Linie bei den morphologischen Veränderungen zu finden. Das als typisches Szenario beschriebene Vorkommen

einer deutlichen transversalen Organisation für die frühadulten Individuen kann nur bei wenigen Auricularflächen in dieser Altersgruppe deutlich beobachtet werden. Vor allem das Merkmal der Furchen war nur bei Individuen im frühjuvenilen Altersbereich zu beobachten. Die Unterschätzung der höheren Altersgruppen kann z.T. darauf beruhen, dass die hochgradigen Veränderungen an der *Facies auricularis* mit starker Porosität und deutlichen Osteophytenauflagerungen auf der *Retroauricularfläche* schon fast degenerative bis pathologische Aspekte aufweisen. Daher erscheinen diese hochgradigen Veränderungen für eine Altersordnung der älteren Erwachsenen zumindest in engen Klassen als wenig geeignet.

Mit der nötigen Kenntnis der Veränderungen an der *Facies auricularis* des *Os ilium* sind zumindest Angaben zum Sterbealter in großen Altersspannen eines Individuums möglich.

Die am **Acetabulum** untersuchten Veränderungen zeigten deutliche Bezüge zum chronologischen Alter bzw. den Veränderungen an der *Facies symphysialis* und den histomorphologischen Veränderungen am Femur. Insbesondere die ermittelten Punktsummen und die Veränderungen an der *Margo acetabuli* treten deutlich hervor. Die Veränderungen an der *Facies lunata* ergaben am historischen Material die ungünstigeren Resultate. Dies könnte daher rühren, dass Merkmale, die die Porosität beschreiben, am bodengelagertem Skelettmaterial sehr schwer zu bewerten sind, da in sehr vielen Fällen Dekompositionsvorgänge zu Lochbildungen führen können. Auch ist zu bedenken, dass Lochbildungen auch entzündlicher Natur sein können, die nicht unbedingt etwas mit dem Alter eines Individuums zu tun haben müssen.

Grundsätzlich können die Aussagen von Rougé-Maillart et al. (2004) und Rissech et al. (2006) bestätigt werden, dass auch die bisher zumeist als degenerative Veränderungen angesprochenen Merkmale eine Eignung für die Altersbestimmung besitzen. Es ist aber unbedingt empfehlenswert, dieses Verfahren an einer größeren Stichprobe weiterzuentwickeln, um die Variabilität der Veränderungen besser einschätzen zu können. In Anbetracht des oft fließenden Überganges von degenerativen zu pathologischen Veränderungen, die am Skelett nicht immer eindeutig unterschieden werden können, muss bedacht werden, dass gerade in den höheren Altersgruppen die Graduierung der Veränderungen für eine Altersbestimmung immer unsicherer werden kann. Auch ist zu bedenken, dass nicht unbedingt davon ausgegangen werden kann, dass sich die Abläufe der altersspezifischen Veränderungen über die Zeit nicht verändert haben. Es scheint eher plausibel, dass besonders in prähistorischer und historischer Zeit im Vergleich zu heutigen Zeiten sich die Veränderungen in Folge von Beanspruchung sehr stark unterscheiden. Individuelle Faktoren, wie spezielle Tätigkeiten (z.B. Berufe) mit gleichmäßigen Arbeitsabläufen und Intensitäten können sich sehr individuell auf das Hüftgelenk auswirken. Da dieser Faktor anhand der Skelettfunde nicht quantifiziert werden

kann, muss zumindest dieser mögliche Einfluss auf die altersspezifischen Veränderungen berücksichtigt werden.

Angesichts der Untersuchungen am historischen Skelettmaterial ist erwähnenswert, dass der Erhaltungszustand der Acetabuli wesentlich besser war als der Facies symphysialis. Somit kann der Beitrag des Acetabulum unter Berücksichtigung der großen Variabilität der Veränderungen als ein weiteres Hilfsmittel zur Altersbestimmung eingesetzt werden.

Os sacrum

Die Strukturen an der Facies auricularis des Os sacrum sind im Wesentlichen undeutlicher ausgeprägt als am Os ilium, was die Beurteilung der Strukturen stark erschwert. Die transversalen Strukturen, wie Wellung und Streifung, konnten an den vorliegenden Auricularflächen des Kreuzbeins nicht beobachtet werden. Der Großteil der inspizierten Flächen zeigt eine etwas grobkörnige Struktur, die sich zwischen den untersuchten Individuen kaum voneinander unterscheidet. Die Porosität, die beobachtet wird, scheint nicht auf altersbedingten Abbauprozessen in den dichten Knochenanteilen auf der Gelenkfläche zu beruhen, sondern eher auf entzündlichen Prozessen. Für die beobachteten porösen Anteile kommen jedoch auch Dekompositionsvorgänge in Frage. Die beobachteten Veränderungen am Rand der Gelenkfläche scheinen eher degenerativ, d.h. verschleißbedingt zu sein. Die Veränderungen der Facies auricularis des Os sacrum zeigen keinen deutlichen Bezug zu den altersspezifischen Veränderungen an der Facies symphysialis und können nach den vorliegenden Ergebnissen nicht für die Altersbestimmung verwendet werden. Zeigen sich an der Facies auricularis ossis iliä zumindest Tendenzen zum biologischen Alter, die wenigstens eine Einordnung in große Altersspannen ermöglichen, sind die Veränderungen der gegenüberliegenden Gelenkfläche von anderen individuellen Einflüssen geprägt. Als eine mögliche Ursache kommt vor allem die unterschiedliche Dicke des Knorpels im Iliosacralgelenk in Frage.

Transitions-Analyse

Die Ergebnisse der Transitions-Analyse nach Boldsen et al. (2002) insbesondere die Resultate der mittleren wahrscheinlichen Altersangaben („Maximum Likelihood“), zeigen trotz weiter Überschneidungen klare Zusammenhänge zum chronologischen Alter am altersbekanntem Material sowie den Veränderungen an der Symphyse und den histo-morphologischen Veränderungen am Femur am historischen Skelettmaterial. Bei der rezenten Serie lagen keine Individuen vor, bei denen das Cranium und Anteile des Pelvis gemeinsam vorlagen.

Das Konzept der Berechnung eines mittleren, wahrscheinlichen Alters stellt eine völlig neue Herangehensweise für die Altersbestimmung dar und entspricht somit den Voraussetzungen des „Rostocker Protokolls“ (Hoppa und Vaupel 2002), das ausdrücklich den „bayesischen“ Ansatz verlangt. Die im Rahmen der Transitions-Analyse ermittelten Altersangaben beruhen auf wahrscheinlichkeitstheoretischen Aussagen. Es werden hier nicht mehr Altersangaben verwendet, die einheitlich von der altersbekannten Referenz übertragen werden, sondern Altersangaben ermittelt, die auf dem wahrscheinlichsten Alter bei einer bestimmten Kombination von Stadien der verschiedenen Merkmale beruhen. Innerhalb der einzelnen Komponenten dieses Verfahrens zeigt sich ein eher heterogenes Bild. Erwartungsgemäß werden bei den untersuchten Nahtabschnitten am Cranium sehr ungünstige Resultate ermittelt. Dabei erscheint die Auswahl der zu beurteilbaren Regionen am Pterion, Asterion, der Sutura palatina sowie der Sutura zygomaticomaxillare als sehr fragwürdig, da diese Regionen in Folge starker Einflüsse in Form von muskulärer Beanspruchung oder komplizierter Nahtverläufe sehr variabel sind. Die Beurteilung der Schädelnähte erfolgt nur anhand der Tabula externa, die von vornherein als wesentlich variabler im Nahtverschluss angesehen wird. Dann sollen nur soweit es der jeweilige Erhaltungszustand zulässt, die linke Schädelseite untersucht werden. Wenn bei unvollständigem oder fragmentiertem Material nur die rechte Seite vorliegt, kann auch diese beurteilt werden, was dann bei der Eingabe der Daten völlig unberücksichtigt bleibt. Die Obliteration am Pterion ist, wie bereits beschrieben, aufgrund des Ansatzes des Musculus temporalis sowie des Zusammentreffens mehrerer Schädelnähte in unmittelbarer Umgebung starken Schwankungen unterworfen. Das Asterion, der Punkt des Zusammentreffens der Sutura lambdoidea mit der Sutura squamosa, ist einer der variabelsten Nahtabschnitte des Schädels. Zum einen sind sehr oft Nahtknochen in diesen Abschnitt eingelagert. Zum anderen ist die Exkursion der sehr dicken Knochenanteile so stark, dass eine vollständige Verwachsung der Naht oder dann die Obliteration bis ins hohe Alter ausbleibt.

Zusammenfassend kann angemerkt werden, dass die Transitions-Analyse den gleichen Stellenwert hat wie die anderen morphologischen Verfahren auch. Es darf aber nicht in Folge der statistischen Auswertungsverfahren darüber hinweggetäuscht werden, dass die Materialgrundlage dieses Verfahrens den gleichen Problemen unterworfen ist wie andere Verfahren auch. So gingen lediglich 104 Individuen der weißen Untergruppe und 82 Individuen der schwarzen Gruppe in die Untersuchungen ein. Kritisch anzumerken bleibt auch, dass dem Nutzer dieses Verfahrens, selbst bei völligem Verständnis der zugrundeliegenden statistischen Ansätze, es völlig unklar bleibt, auf welchen genauen Berechnungen die von der Software ausgegebenen Altersangaben basieren. Ein Vorteil dieses Verfahrens ist, dass auch fragmentiertes Material, an dem nur einzelne Merkmale beurteilbar sind, altersgeschätzt werden kann. So konnten für

das Gräberfeld Dresden-Briesnitz für 116 erwachsene Individuen Altersangaben ermittelt werden. Auch kann durch die Aufschlüsselung der einzelnen Skelettanteile (Cranium, Facies symphysialis und Facies auricularis) wiederum in mehrere Einzelmerkmale der subjektive Faktor bei der Materialaufnahme verringert werden. Darüber hinaus berücksichtigt das Verfahren Einflussmöglichkeiten auf die Alterung, wie den säkularen Trend oder Populationsunterschiede, indem zwischen rezenter und historischer Referenz als Berechnungsgrundlage unterschieden werden kann. Die in die Programmausgabe integrierte graphische Darstellung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen für Cranium, Facies symphysialis und Facies auricularis sowie die zusammengefasste Berechnung liefert dem Untersuchenden einen schnellen Überblick zum einen über die ermittelten Altersangaben, aber auch über die Abweichungen zwischen den jeweiligen Strukturen und die Güte, d.h. die Wahrscheinlichkeit der berechneten mittleren Altersangabe. Die in dieser Art entwickelte individuelle Altersangabe stellt die Grundlage für demographische Rekonstruktionen mit dem wahrscheinlichkeitstheoretischen Ansatz dar, verlangt aber eine eindeutigere Offenlegung der Originaldaten von Sterbealter und jeweiliger Merkmalskombination der Referenzen.

Humerus und Femur – proximales Ende

Die vorliegenden Untersuchungen im proximalen Ende von Humerus und Femur liefern nur schwache Zusammenhänge zu den Vergleichsparametern an der Symphyse sowie zu den histomorphologischen Veränderungen am Femur.

Als Erklärungsversuche dieser Abweichungen kommen vor allem die sehr schnell auf endogene und exogene Einflüsse reagierenden feinen Spongiosastrukturen in Frage. Es werden Geschlechtsunterschiede häufig diskutiert, so können besonders in prähistorischen und historischen Epochen nach mehreren Schwangerschaften und der darauf folgenden Laktationsphasen die Knochenfeinstrukturen auch bei Frauen im reproduktiven Alter eine deutliche Verminderung der Spongiosa erfahren und damit eine Überschätzung des Alters auftreten. Bei der Betrachtung der Veränderungen in Humerus und Femur muss auch bedacht werden, dass gerade diese Knochen sehr starken konstitutionsbedingten und aktivitätsbedingten Einflüssen ausgesetzt sein können. So wäre theoretisch bei einem robusten, männlichen Individuum mit starker muskulärer Tätigkeit eine kräftigere und dichtere Spongiosastruktur auch bei älteren Erwachsenen zu erwarten. Dieses Beispiel verdeutlicht aber schon ein weiteres Problem. Bei besonders starker körperlicher Beanspruchung über lange Zeiträume hinweg ist davon auszugehen, dass ein Gelenk verstärkt degeneriert, teilweise bis zur Unbeweglichkeit und dann schon im Rahmen der pathologischen Veränderungen, zerstört werden kann. Eine solche In-

aktivität des jeweiligen Gelenkes führt sehr schnell zum Strukturverlust in den spongiösen und kompakten Knochenanteilen, was daraus folgend zu einer Überschätzung des Alters des jeweiligen Individuums führen könnte. Eine weitere Einflussmöglichkeit stellen Seitenunterschiede dar, die darauf beruhen können, ob es sich um einen Links- oder Rechtshänder handelt oder welches Bein das sog. Standbein ist. Da sich solche funktionsbedingten Einflüsse sehr stark auf die Muskelansatzstellen auswirken, ist es plausibel, dass sich auch die Spongiosa verändert.

Eine umfangreiche Untersuchung dieser Veränderungen, um diesen Problemen auf den Grund zu gehen, war am bodengelagerten Skelettmaterial nicht möglich. Aufgrund der hohen Ansprüche an den Erhaltungszustand der Knochenbinnenstruktur konnten nur sehr wenig Femora und Humeri in die Untersuchungen eingehen. Selbst geringe Läsionen im kompakten Bereich führten zu hochgradigen Zerstörungen der feinen Knochenbinnenstruktur. Berücksichtigt man dabei die Größe des Gräberfeldes Dresden-Briesnitz, zeigt sich, dass die Anwendung dieses Verfahrens am bodengelagerten historischen Skelettmaterial nur einen geringen Beitrag zur Altersbestimmung der Individuen leistet.

Histo-morphologische Untersuchungen

Das histo-morphologische Verfahren erweist sich insbesondere bei der Untersuchung der Femora als sehr gut geeignet im Vergleich mit den anderen untersuchten morphologischen Methoden zur Altersbestimmung. Damit kann auch der von Großkopf (2004) entwickelte Ansatz bestätigt werden, dass auch qualitative, morphologische Ansätze eine Einordnung in Altersgruppen ermöglichen. Bei den vorliegenden Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass eine genauere Altersbestimmung der Individuen möglich ist, als nur die Angabe der anthropologischen Großgruppen (adult, matur und senil). Im Vergleich zur Arbeit von Großkopf (2004) werden die gleichen biologischen Abläufe beobachtet. Deutliche Unterschiede treten jedoch bei dem Vergleich der zeitlichen Abläufe auf. Während bei Großkopf (2004) bereits in der juvenilen Altersgruppe schon verhältnismäßig viele Osteone beschrieben werden, kann dies am vorliegenden Material erst in der adulten Gruppe beobachtet werden. Des Weiteren werden im Gegensatz zu Großkopf (2004) Generallamellen bis weit in die mature Altersgruppe hinein beobachtet. Darüber hinaus führt die Festlegung fester Areale zur Schlibf beurteilung einerseits zur Optimierung der Altersbestimmung und andererseits zu einer Minimierung des subjektiven Faktors.

Vor allem die Areale im periostalen Bereich besitzen die höchste Eignung für die Altersbestimmung der Erwachsenen. Zum einen liegen im periostalen Bereich mit den Veränderungen

der äußeren Generallamellen gute Indikatoren vor, die adulte und mature Altersgruppe besser aufzutrennen und zum anderen sind die ermittelten Altersspannen wesentlich enger als in den anderen Arealen. Sollte es aufgrund des Erhaltungszustandes nicht möglich sein, den periostalen Bereich zu untersuchen, kann auch der periostal-mediale oder der mediale Bereich für die Bestimmung genutzt werden. In diesen Fällen ist zu berücksichtigen, dass die Altersspannen etwas weiter werden. Am vorliegenden Material kann des Weiteren gezeigt werden, dass die bei den klassischen, quantitativen Verfahren oft kritisierte Linea aspera (Ahlqvist und Damsten 1969) auch ihren Beitrag für eine Alterseinordnung liefern kann. Allerdings sind die Veränderungen in Folge oft sehr irregulärer Anordnung von Osteonen und Lamellen sehr schwer zu graduieren, womit die Probleme bei der quantitativen Beurteilung der Linea aspera zu erklären sind. Bedacht werden muss jedoch, dass die Variabilität in den zeitlichen Abläufen und der Anordnung der Strukturen auch auf individuellen Einflüssen wie z.B. individuelle Konstitutionsmerkmale und Aktivitätsmuster beruhen kann, womit die Altersbestimmung zunehmend schwieriger wird.

Kritisch anzumerken ist, dass die rezente Skelettserie der Femora mit 86 Individuen verhältnismäßig klein ist. Auch ist die Altersgruppe der bis 19-jährigen unterbesetzt und die Altersgruppe der über 70-jährigen etwas überrepräsentiert. Ein sehr interessanter Befund ist, dass selbst bei den Individuen, die jünger als 20 Jahre sind, in allen Schlifften bereits vereinzelt Osteone auftreten. Es scheint erstrebenswert, an Material der Altersgruppe juvenil den Vorgang des Einwachsens der ersten Osteone genauer zu untersuchen.

Bei der Untersuchung der Schlifffe des historischen Materials wurden Häufungen der Individuen in den unteren Stadien beobachtet. Dies kann zum einen auf die Tatsache zurückgeführt werden, dass die höheren Stadien, die mit einem höheren Alter verbunden sind, innerhalb dieser Population nur eher selten erreicht wurden, da die Individuen vorher verstarben. Zum anderen ist anzumerken, dass die höheren Stadien, die vor allem durch beginnende bis hochgradige Lakunenbildung im histo-morphologischen Bild geprägt sind, im Boden nicht so lange überdauern. Es erscheint einleuchtend, dass ein schon in sich brüchigerer Knochen in Folge des Substanzverlustes auch im Erdreich schneller vergeht als ein kompakterer Knochen. Das als Hilfsmittel für besonders schlecht erhaltenes Material entwickelte Kriterium des morphologischen Gesamtaspektes, das am ehesten der Einteilung von Großkopf (2004) nahe kommt, scheint stark subjektiv geprägt zu sein und sollte daher nur als Hilfsmittel genutzt werden. Das histo-morphologische Verfahren scheint an der Fibula eher ungeeignet. Es wurden an Individuen, die an Hand der anderen zur Verfügung stehenden Verfahren als eher älter eingestuft wurden, sehr oft große Anteile mit Generallamellen beobachtet. Daher ist davon auszugehen, dass gerade in den sehr dünnen kompakten Anteilen der Fibula die Veränderun-

gen in anderen zeitlichen Abläufen im Vergleich zu den restlichen untersuchten Langknochen stattfinden.

Auch für die histo-morphologischen Veränderungen kommen verschiedene Einflussfaktoren in Frage, die insbesondere die deutlichen Abweichungen bzw. weiten Streuungen am Skelettmaterial von Dresden-Briesnitz hervorgerufen haben. Anhand der vorliegenden Ergebnisse verlaufen die histologischen Veränderungen in wesentlich regelmäßigeren Abläufen als die anderen makroskopisch untersuchten morphologischen Strukturen. So wurden bei den histologischen Untersuchungen der Femora deutlich engere Altersklassen als bei allen anderen Methoden, incl. der Veränderungen an der Facies symphysialis, ermittelt. Als direkte Einflüsse auf die Histo-Morphologie von Femur, Tibia und Humerus kommen auch Konstitution, Körperhöhe und vor allem pathologische Faktoren in Frage. Bei Individuen mit grazilem Körperbau und geringer körperlicher Aktivität ist auch ein früherer Verlust von kompakter Knochensubstanz zu erwarten, sodass das jeweilige Individuum unterschätzt wird. Als pathologische Größe kann die Osteoporose einen starken Einfluss haben. Bei mehreren jungen Erwachsenen wurden deutliche Lakunen beobachtet, die für diese Altersgruppe atypisch sind. Das Auftreten von altersunabhängiger Osteoporose würde zu einer deutlichen Überschätzung der betroffenen Individuen führen.

Bei den histologischen Untersuchungen des Materials von Dresden-Briesnitz mussten aufgrund des z.T. schlechten Erhaltungszustandes unterschiedliche Schliffdicken bei der Herstellung der Präparate eingestellt werden. Dies ermöglichte die Beurteilung der histo-morphologischen Veränderungen einer wesentlich höheren Individuenanzahl. Der Großteil der Schriffe mit Schliffdicken von deutlich mehr als 100µm konnte nur mit dem Kriterium des „Morphologischen Gesamtaspektes“ beurteilt werden. Dies lag in erster Linie an den oft schon hochgradigen Dekompositionserscheinungen im Schliff, aber auch an der hohen Schliffdicke, die keine durchgängige Materialaufnahme des gesamten Schliffes ermöglichen. Auch durch diese spezifische Situation während der Materialaufnahme sind die geringeren Übereinstimmungen zwischen den Stadien des Merkmals des „Morphologischen Gesamtaspektes“ sowie der Veränderungen an der Facies symphysialis zu erklären.

Zusammenfassung

Ausgehend von den eigenen Untersuchungen ist zusammenfassend festzustellen, dass die altersspezifischen Veränderungen am Skelett jeweils unterschiedliche Eignungen zur Altersbestimmung besitzen. Dies ist zum Teil darauf zurückzuführen, dass die jeweiligen Skelettab-

schnitte unterschiedlichen biomechanischen Einflüssen ausgesetzt sind und sich in verschiedenen Lebensphasen in unterschiedlicher Geschwindigkeit verändern können.

Während es noch verhältnismäßig einfach ist, die jungen, erwachsenen Skelettindividuen einzuschätzen, wird es mit dem zunehmenden Alter schwieriger. Es gibt gerade für den Bereich der maturaen Altersgruppe nur Verfahren, die eine näherungsweise Einschätzung zulassen. Dabei zeigen sich gerade in den mittleren Altersgruppen sehr starke Überschneidungen der Altersspannen der unterschiedlichen Verfahren (vgl. Tab. 90).

Tab. 90 Altersangaben verschiedener Methoden, die an einem Individuum von Dresden-Briesnitz ermittelt wurden

Altersangaben des Individuums Nr. 40 (männlich) - Dresden-Briesnitz						
Alter (in Jahren)						
15-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70<
			Tabula interna nach Nemeskéri u. Acsádi (1960)			
	Facies symphysialis nach Brooks u. Suchey (1990)					
		Facies auricularis nach Buckberry u. Chamberlain (2002)				
	Transitions- Analyse (Minimum bis Maximum)					
Femur - Histologie						

Die eigenen Resultate der Untersuchungen von altersspezifischen Veränderungen lassen sich in das Bild vorangegangener Arbeiten einordnen. Dabei sind die histo-morphologischen Veränderungen am Femur und die Veränderungen an der Facies symphysialis als verhältnismäßig genau einzustufen. Auch die Transitions-Analyse, bei der Komponenten von Cranium, Facies symphysialis und auricularis zusammengefasst werden, stellt ein gleichwertiges Verfahren, neben den gängigen Verfahren zur Altersbestimmung Erwachsener, dar. Die Veränderungen im Bereich der Facies auricularis und dem Acetabulum liefern zumindest noch Ergebnisse, die eine tendenzielle Einordnung ermöglichen. Die Untersuchungen am Cranium, sieht man von der etwas besseren Eignung der Sutura sagittalis ab, zeigen, dass die Obliteration der Nähte des Schädels nur ein Hilfsmittel für eine grobe Einordnung darstellt.

Ein weiterer wichtiger Punkt sind die Ansprüche an Apparaturen und die jeweiligen Zeitfenster, die für die Untersuchungen zur Verfügung stehen.

Im Idealfall ist eine umfassende Materialaufnahme des Skelettmaterials zu empfehlen. Dabei sollten natürlich im ersten Schritt die morphologischen, nicht-invasiven Verfahren zum Einsatz kommen, die zudem auch zeitsparender sind. Im nächsten Schritt können dann histologische Verfahren eingesetzt werden. Diese erfordern, wie bereits erläutert, einen hohen Anspruch an den Erhaltungszustand des Materials sowie die technische Ausstattung. Bei dem Einsatz histologischer Verfahren ist zudem zu bedenken, dass die Histologie in Folge schlechter Erhaltung oft zu keinen Ergebnissen führt. Außerdem ist sie stark invasiv und darüber hinaus sehr zeitaufwendig.

Generell ist anzumerken, dass der Einsatz morphologischer Verfahren eine umfangreiche Übung am altersbekannten Skelettmaterial verlangt, um den subjektiven Faktor während der Materialaufnahme zu minimieren.

Grundsätzlich ist zu den Untersuchungen am historischen Skelettmaterial zu erwähnen, dass auf Grund der schwierigen Fundsituation von Dresden-Briesnitz nur verhältnismäßig wenige Skelettabschnitte mit gutem Erhaltungszustand mit der nötigen Sicherheit zusammengeführt werden konnten. Die für die Altersbestimmung notwendigen Strukturen am Skelett sind oft nur schlecht oder gar nicht erhalten, da sie sehr filigran ausgeprägt sind und somit wie am Beispiel der Facies symphysialis oft in exponierter Lage im Grab zum liegen kommen und daher sehr schnell im Boden beschädigt oder beschleunigt abgebaut werden. Daher ist die Individuenanzahl innerhalb der jeweiligen Vergleiche sehr gering und es können oft nur tendenzielle Aussagen abgeleitet werden.

6.2 Rekonstruktion der Altersstruktur von Dresden-Briesnitz

Die ermittelten demographischen Parameter entsprechen denen anderer Gräberfelder des Mittelalters (Bach und Dusek 1971; Bach et al. 1986) aus dem Mittelelbe-Saale-Gebiet. Es zeigen sich in allen Untersuchungen eine extrem hohe Säuglings- und Kleinkindersterblichkeit. Berücksichtigt man zudem das oft beschriebene Kleinkinderdefizit in verschiedenen Gräberfeldern, könnte die Zahl der im Säuglings- oder Kleinkindalter gestorbenen Individuen noch ansteigen (Alt 2002). Das Kleinkinderdefizit wird zumeist durch das schnellere Vergehen der zarten Knochen von Kindern im Boden erklärt. Auch ist davon auszugehen, dass die Grabgruben der Kleinkinder nicht so tief ausgehoben wurden, wie die der Erwachsenen. Ein Erklärungsansatz der geringen Lebenserwartung sind die schlechten hygienischen und medizinischen Versorgungen der Menschen zur damaligen Zeit. Die damalige Bevölkerung von Dresden-Briesnitz ist eine bäuerlich lebende Gemeinschaft, bei der der wesentliche Anteil der täglichen Nahrung selbst produziert werden musste. Dafür sprechen z.T. hochgradige degenera-

tive Veränderungen der Wirbelsäulen sowie der großen Gelenke und mehrfache Anzeichen rheumatischer Erkrankungen. Damit war diese Gruppe auch extrem anfällig für Hungersnöte in Folge von Missernten oder Zerstörung der Nahrungsvorräte. Diese möglichen saisonalen Unterversorgungen in Verbindung mit schlechter Hygiene und schlechter bis fehlender medizinischer Versorgung kann zu einem deutlichen Anstieg der Sterblichkeit geführt haben. Auch lag die Lebenserwartung der Frauen meist etwas niedriger als die der Männer – dies ist ebenfalls mit der schlechten medizinischen Versorgung während Schwangerschaft und im Kindbett in Verbindung zu bringen. Für eine höhere Sterblichkeit kommt auch die schnelle Aufeinanderfolge von mehreren Geburten und Laktationsphasen in Frage, die zu einer verstärkten Auszehrung der Frauen geführt haben könnte. Die geringfügige Überzahl der Männer im Gräberfeld kann zum einen auf das bessere Überdauern der robusteren Knochen im Boden zurückgeführt werden. Zum anderen wird für viele Gruppen eine bessere Versorgung der Jungen im Kindesalter im Vergleich zu den Mädchen beschrieben, was dadurch das bessere Überleben insbesondere in der frühen Kindheit erleichtern könnte und somit das Erreichen des Erwachsenenalters. Die Befunde zeigen aber auch, dass zahlreiche Individuen, trotz der geringen mittleren Lebenserwartung, die senile Altersgruppe erreichten.

Ein besonders interessanter Befund ist ein Anstieg der mittleren Lebenserwartung im Vergleich der Bestattungshorizonte. Im jüngeren Horizont wurden die Individuen im Durchschnitt fünf Jahre älter, dies könnte mit einer Verbesserung der allgemeinen Lebensumstände in Verbindung gebracht werden, nachdem sich der von den Archäologen als Burgward angesprochene Ort gefestigt hat und seine regionale Bedeutung anstieg.

Im Hinblick auf den Vergleich der Sterbetafeln von Dresden-Briesnitz mit den Gräberfeldern Rohnstedt (Bach et al. 1986) und Espenfeld (Bach und Dusek 1971) aus dem Mittelalter zeigen sich sowohl bei der mittleren Lebenserwartung als auch bei der Sterbewahrscheinlichkeit keine gravierenden Unterschiede. Die Lebenserwartung der Individuen in Dresden-Briesnitz liegt in der Gruppe der bis 4,9-jährigen um etwa drei Jahre über der von Espenfeld und Rohnstedt. Bei den Individuen der Gruppe Infans bis Juvenil liegt die Lebenserwartung um ca. fünf Jahre unter Rohnstedt und minimal über der von Espenfeld. Bei den Erwachsenen liegt die Lebenserwartung nur um ca. ein bis zwei Jahre unter der von Rohnstedt (vgl. Abb. 67). Ein dementsprechendes Bild zeigt sich auch bei der Sterbewahrscheinlichkeit. Während die Sterbewahrscheinlichkeit für die Individuen in den frühen Altersgruppen etwas niedriger in Dresden-Briesnitz ist, nimmt sie im Erwachsenenalter graduell zu und ähnelt dabei mehr dem Verlauf von Rohnstedt als dem von Espenfeld, der etwas höher ist (vgl. Abb. 68). Auch die relative Anzahl der überlebenden Individuen zeigt eine vergleichbare Verteilung. Während bei den Subadulten etwas mehr Individuen in Dresden-Briesnitz überleben als bei den beiden

anderen Populationen, gleicht sich bei den Erwachsenen die relative Anzahl denen von Rohnstedt an (vgl. Abb. 69).

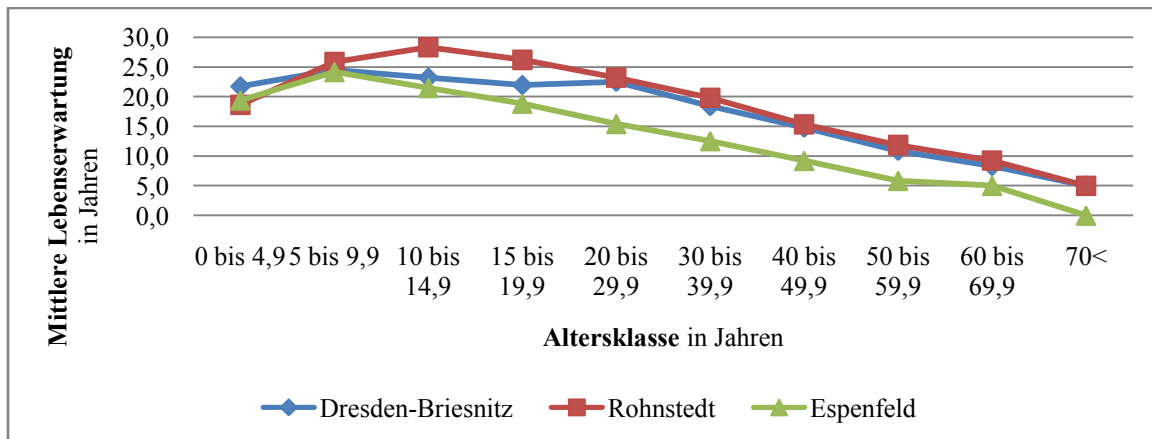


Abb. 67 Vergleich der Mittleren Lebenserwartung der Gräberfelder Dresden-Briesnitz (ohne Streufunde), Espenfeld und Rohnstedt

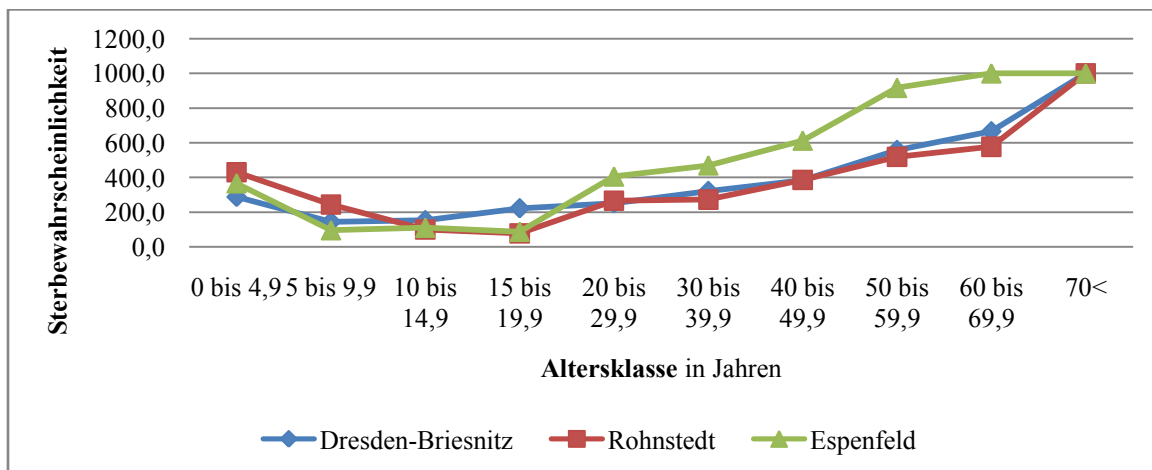


Abb. 68 Vergleich der Sterbewahrscheinlichkeiten der Gräberfelder Dresden-Briesnitz (ohne Streufunde), Espenfeld und Rohnstedt

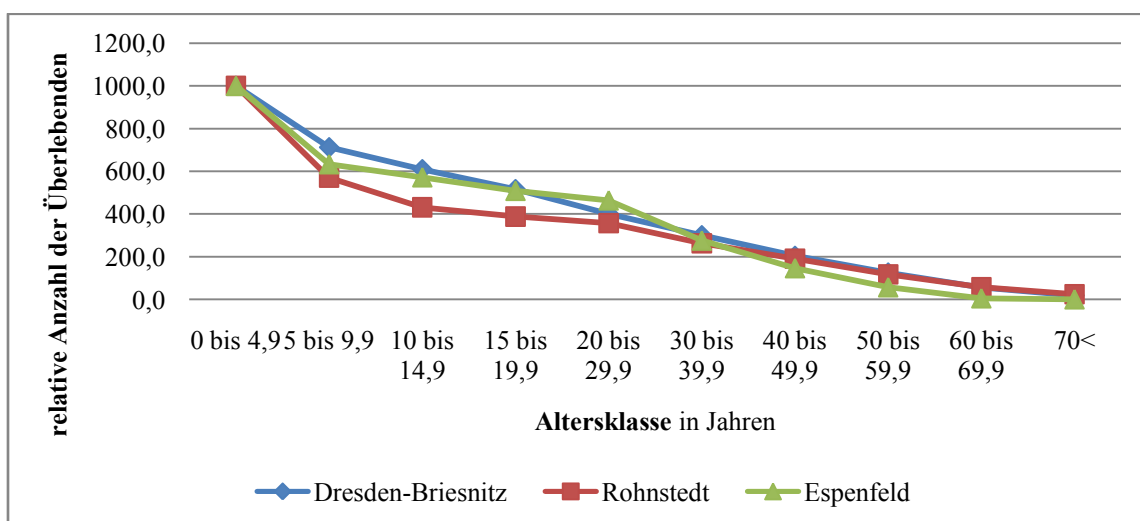


Abb. 69 Vergleich der relativen Anzahl der Überlebenden der Gräberfelder Dresden-Briesnitz (ohne Streufunde), Espenfeld und Rohnstedt

Bei der Betrachtung des Gräberfeldes von Dresden-Briesnitz mit den zeitnahen Friedhöfen von Rohnstedt und Espenfeld liegen die berechneten Parameter für Dresden zwischen denen von Rohnstedt und Espenfeld, wobei die Unterschiede zwischen den Gruppen als eher gering eingeschätzt werden müssen und daher nicht überinterpretiert werden sollten.

Anzumerken bleibt, dass die ermittelten Unterschiede zwischen den Horizonten, den Männern und Frauen sowie den Populationen von Rohnstedt und Espenfeld als eher marginal zu bezeichnen sind. Denn die Abweichungen der Altersspannen der angewendeten Verfahren für die Altersbestimmung, die allen demographischen Veränderungen zugrunde liegen, sind deutlich höher als die ermittelten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Für die zusammenfassende Altersbestimmung der Individuen von Dresden-Briesnitz wurden soweit wie möglich von allen Skelettabschnitten Altersangaben abgeleitet. Dadurch konnte auch bei Individuen mit einem eher schlechten Erhaltungszustand ein Alter geschätzt werden. Eine große Schwierigkeit bei der Rekonstruktion der Bevölkerung von Dresden-Briesnitz stellt die Gräberfeldbereinigung dar. Das Zusammenführen der einzelnen Knochen zu den Individuen und der Abgleich der jeweiligen Position mit den Grabungsunterlagen und den früheren Materialaufnahmen stellte sich als sehr kompliziert heraus. Dies lag in erster Linie daran, dass während der Ausgrabung sehr oft nur die Funde ausführlich dokumentiert wurden, die bereits auf den ersten Blick als zusammengehörig erkannt wurden. Das gleiche trifft auch auf die zeichnerische und fotografische Dokumentation zu. Im Laufe der Jahre hat sich auch der Erhaltungszustand in Folge zahlreicher Untersuchungen einzelner Skelettabschnitte verschlechtert. Mehrere Einzelknochen, die sich z.T. in hervorragendem Erhaltungszustand befanden, konnten zum einen keinen komplexeren Befunden (Skelettindividuen) bzw. zum anderen keiner konkreten Position im Gräberfeld zugeordnet werden. Ein anderes Problem, das sich sehr schnell abzeichnete, sind die zahlreichen oft dicht übereinander und ineinander liegenden Bestattungen im Zentrum des Gräberfeldes (vgl. Abb. 70). So wurde anscheinend während der 250-jährigen Bestattungszeit immer wieder auf den gleichen Arealen bestattet. Dies führte dazu, dass wenn beim Ausheben einer neuen Grabgrube ältere Bestattungen zum Vorschein kamen, diese einfach an den Rand der neuen Grube gelegt wurden und das neue Individuum in die Mitte gebettet wurde. Obwohl man beim Ausheben der Gruben eine gewisse Orientierung im Friedhof berücksichtigte, wurden doch immer wieder mehrere alte Gräber angeschnitten und damit Knochen verschiedenster Individuen miteinander vermischt. In mehreren Fällen war es nicht möglich, mit der nötigen Sicherheit, diese Befunde aufzutrennen. Da diese dann als Streufunde angesprochen werden mussten, gingen sie auch nicht in die demographischen Rekonstruktionen ein. Andere Probleme müssen auch während der Ausgrabung entstanden sein, da durch die archäologische, fachgerechte Untersuchung in Planquadraten

zahlreiche Gräber angeschnitten wurden. Somit wurden vor allem die für die Individualanalyse wichtigen Teile des Cranium vom Postcranium oft getrennt. Es war nicht für alle Funde möglich Cranium und Postcranium wieder zusammenzuführen.

Trotz dieser methodischen Probleme konnten dem Großteil der Funde einzelne Individuen mit hoher Sicherheit zugeordnet werden. Mit der Gräberfeldbereinigung wurden die Befunde aufgearbeitet, die bisher nur als Streufunde oder Knochenhaufen angesprochen wurden. Nach deren Trennung in einzelne Individuen konnten auch sie in die Rekonstruktion dieses Kollektivs mit eingehen.



Abb. 70 Dresden-Briesnitz Übersicht über die Bestattungen im Planum 18 und 19

Das verwendete Verfahren nach Acsádi und Nemeskéri (1970) liefert brauchbare Ergebnisse für die Altersstruktur und das Sterbeverhalten der vorliegenden Population. Dabei müssen die einzelnen methodischen Probleme bei der Altersbestimmung und Geschlechtsbestimmung und die extrem komplizierte Fundsituation von Dresden-Briesnitz bedacht werden. Berücksichtigt man diese Probleme sowie die „klassischen“ Schwächen paläodemographischer Untersuchungen, können die Ergebnisse nur als richtungsweisend und nicht als absolute Resultate angesehen werden. So enthält das Verfahren die Grundannahme der stabilen Bevölkerung, was anhand der Rekonstruktion des Skelettkollektivs und der archäologischen Befunde für Dresden-Briesnitz nicht ausnahmslos angenommen werden kann. Auch die Verteilung der Individuen für die Altersklassen ist nur auf mathematischem Wege möglich, da es derzeit keine Verfahren gibt, die eine Einordnung in abgegrenzte Zehnjahresklassen ermöglichen. Des Weiteren muss darauf hingewiesen werden, dass alle Probleme, die bei den einzelnen

Verfahren zur Altersbestimmung auftraten, auch in die demographischen Berechnungen mit eingehen. Dies ist soweit unproblematisch, da bei den Skeletten mit schlechtem Erhaltungszustand, bei denen nur die Verfahren mit geringer Eignung zum Einsatz kamen, auch entsprechend große Altersspannen für die Bestimmung verwendet wurden.

Die Alternativen, um insbesondere die Probleme der Grundannahme der stabilen Bevölkerungen zu optimieren, die gegenwärtig von der Paläodemographie angeboten werden, sind noch nicht allgemein anwendbar. So beinhaltet das Rostocker Manifest (Hoppa und Vaupel 2002) u.a. mit dem „Bayesischem Ansatz“ die Richtlinien für die zukünftige Forschung in der Paläoanthropologie. Für den „Bayesischen“ wahrscheinlichkeitstheoretischen Ansatz, der bereits in der Transitions-Analyse umgesetzt ist, wird jedoch eine umfangreiche alters- und geschlechtsbekannte Skelettpopulation verlangt, die die Grundverteilungen der Merkmale mit den jeweiligen Altersangaben liefert. Dabei ist zu bedenken, dass die wenigsten anthropologisch arbeitenden Institutionen über eigene alters- und geschlechtsbekannte Serien verfügen, die am ehesten einer natürlichen Population entsprechen. Auch müssten in dieser Serie alle Altersgruppen annähernd gleich besetzt sein. So lange die Originaldaten zu Alter und Geschlecht der wenigen alters- und geschlechtsbekannten Skelettpopulationen nicht transparent veröffentlicht sind und an diesem Material die allgemeingültigen Verfahren zur Altersbestimmung angewendet werden, können die als Optimierung der Altersbestimmung und der Paläodemographie gedachten Ansätze des Rostocker-Manifests keine breite Anwendung finden.

Mit der abgeschlossenen Gräberfeldbereinigung des Friedhofs Dresden-Briesnitz und der Rekonstruktion der Altersstruktur dieser Population konnte eine Lücke bei der wissenschaftlichen Rekonstruktion des östlichen Areals des Mittelelbe-Saale-Gebietes geschlossen werden. Vor allem für den östlichen Raum dieses Siedlungsgebietes fehlten bisher ausführlich bestimmte Gruppen. Mit der Untersuchung von Dresden-Briesnitz erfolgte die Bearbeitung eines bedeutenden Gräberfeldes aus dem 10. bis 13. Jahrhundert, einer bedeutenden Phase des Übergangs von der spätslawischen zur frühdeutschen Besiedlung.

7 Literaturverzeichnis

- Acsádi, G., Nemeskéri, J. 1970. History of human life span and mortality. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Agarwal, S., Dumitriu, M., Tomlinson, G. et al. 2004. Medieval trabecular bone architecture: the influence of age, sex, and lifestyle. *Am J Phys Anthropol*, 124(1): 33-44.
- Ahlqvist, J., Damsten, O. 1969. A modification of Kerley's method for the microscopic determination of age in human bone. *J Forensic Sci*, 14(2): 205-212.
- Aiello, L., Molleson, T. 1993. Are microscopic ageing techniques more accurate than macroscopic ageing techniques? *J Archaeological Science*, 20: 689-704.
- Alt, K. 2002. Lebensbedingungen und Lebensumstände von Kindern im Mittelalter am Beispiel einer Bergbaubevölkerung. C. Bückner, M. Hoeper, N. Krohn eds. *Regio Archaeologica Archäologie und Geschichte an Ober- und Hochrhein*. Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf.
- Anderson, D., Thompson, G., Popovich, F. 1976. Age of attainment of mineralization stages of the permanent dentition. *J For Sci*, 21: 191-200.
- Angel, J., Suchey, J., Iscan, M., Zimmermann, M. 1986. Age at death from the skeleton and viscera. m. Zimmermann, J. Angel eds. *Dating and age determination in biological materials*. London: Croom Helm.
- Baccino, E., Ubelaker, D., Hayek, L., et al. 1999. Evaluation of seven methods of estimating age at death from mature human skeletal remains. *J Forensic Sci*, 44(5): 931-936.
- Bach, A., G, E., Finke, L., Hohmann, G. 1986. Germanen-Slawen-Deutsche. Anthropologische Bearbeitung des frühmittelalterlichen Gräberfeldes von Rohnstedt, Kreis Sondershausen. Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte, 16.
- Bach, H., Dusek, S. 1971. Slawen in Thüringen. Geschichte, Kultur und Anthropologie im 10. bis 12. Jahrhundert. Nach den Ausgrabungen von Espenfeld. Weimar: Hermann Böhlhaus Nachfolger.
- Bang, G., Ramm, E. 1970. Determination of age in humans from root dentin transparency. *Acta Odontol Scand*, 28(1): 3-35.
- Bauer, A. in Vorb. Osteometrische Untersuchungen zur Altersschätzung, Geschlechtsbestimmung und Körperhöhenschätzung an Hand der Columna vertebralis. Jena: Med. Dissertation.
- Beberhold, O. 2003. Zu Möglichkeiten und Grenzen der Geschlechtsbestimmung und Körperhöhenschätzung durch Femurmaße am Beispiel eines mittelalterlichen Gräberfeldes (Dresden-Briesnitz). Jena: Med. Dissertation.
- Bedford, M., Russell, K., Lovejoy, C. et al. 1983. Test of the multifactorial aging method using skeletons with known ages-at-death from the Grant collection. *Am J Phys Anthropol*, 91: 287-297.

- Biedermann, U. 2003. Zur Altersschätzung anhand von Schädelknochen und Schädelknochenfragmenten aus dem mittelalterlichen Gräberfeld Dresden-Briesnitz. Jena: Dissertation.
- Boldsen, J., Milner, G., Konigsberg, L. et al. 2002. Transition analysis: a new method for estimating age from skeletons. R. Hoppa, J. Vaupel eds. *Paleodemography. Age distributions for skeletal samples*. Cambridge: University press.
- Bouvier, M., Ubelaker, D. 1977. A comparison of two methods for the microscopic determination of age at death. *Am J Phys Anthropol*, 46(3): 391-394.
- Brettel, H.-F. 1986. Ein Beitrag zur Bestimmung des Lebensalters bei Skeletten. *Z Rechtsmedizin*, 97: 223-226.
- Broadbent, B. J., Golden, W. 1971. The value of an assessment of skeletal maturity in orthodontic diagnosis. *Am J Phys Anthropol*, 35(3): 409-410.
- Broca, M. 1879. Instructions relatives à l'étude anthropologique du système dentaire. *Bull Soc Anthropol*, 3: 128-163.
- Brooks, S. 1955. Skeletal age at death. The reliability of cranial and pubic age indicators. *Am J Phys Anthropol*, 13: 567-597.
- Brooks, S., Suchey, J. 1990. Skeletal age determination base on the os pubis: A comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks Methods. *Human Evolution*, 5: 227-238.
- Bruchhaus, H. 1987. Zur Problematik der Verwendung histologischer Methoden an menschlichen Skelettresten für die Sterbealtersbestimmung. *Alt Thüringen*, 22/23: 35-54.
- Bruchhaus, H., Ludwig, M., Müller, C et al. 2005. Zur Altersschätzung am Os pubis. *Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorische Anthropol*, 4: 133-139.
- Buckberry, J., Chamberlain, A. 2002. Age estimation from the auricular surface of the ilium: a revised method. *Am J Phys Anthropol*, 119(3): 231-239.
- Buikstra, J., Ubelaker, D. 1994. Standards for data collection from human skeletal remains. *Arkansas Archeological Survey Research*, 44.
- Chan, A., Crowder, C., Rogers, T. 2007. Variation in cortical bone histology within the human femur and its impact on estimating age at death. *Am J Phys Anthropol*, 132: 80-88.
- Cho, H., Stout, S., Madsen, R. et al. 2002. Population-specific histological age-estimating method: a model for known African-American and European-American skeletal remains. *J Forensic Sci*, 47: 12-18.
- Czermak, A., Czermak, A., Ernst, H G. 2006. A new method for the automated age at death evaluation by tooth-cementum annulation (TCA). *Anthropol Anz*, 64(1): 25-40.
- Derobert, L., Fuly, G. 1960. Etude critique de la valeur du degre d obliteration des sutres craniennes pour la determination del age dapres l exmaen de 480 cranes. *Ann Med Led*, 40: 154-165.

- Dokladal, M. 1972. Eigene Erfahrungen mit der Altersbestimmung am Skelett auf Grund der Markhöhlengröße der Längsknochen und des Symphysenreliefs. E. Vlcek ed. Symposium über die Alters- und Geschlechtsbestimmung an Skelettmaterial. Prag.
- Doppler, S., Hotz, G., Neuberger, F. et al. 2006. Bone microstructure and its hidden information. *Anthrop Anz*, 64(3): 257-271.
- Dorandeu, A., Coulibaly, B., Piercecchi-Marti, M.-D. et al. 2008. Age-at-death estimation based on the study of frontosphenoidal sutures. *Forensic Scie Int*, 177(1):47-51.
- Dudar, J., Pfeiffer, S., Saunders, S. 1993. Evaluation of morphological and histological adult skeletal age at death estimation techniques using rips. *J For Sci*, 38(3): 677-685.
- Eränkö, O., Kihlberg, J. 1955. Closure of cranial sutures and age. *Ann Ac Soc Fenn., Ser. A., V, Med.-Anthrop*, 43: 1-31.
- Ericksen, M. 1979. Aging changes in the medullary cavity of the proximal femur in American Blacks and Whites. *Am J Phys Anthropol*, 51(4): 563-569.
- Ericksen, M. 1991. Histologic estimation of age at death using the anterior cortex of the femur. *Am J Phys Anthropol*, 84: 171-179.
- Falys, C., Schutkowski, H., Weston, D. 2006. Auricular surface aging: Worse than expected? A test of the revised method on a documented historic skeletal assemblage. *Am J Phys Anthropol*, 130: 508-513.
- Ferembach, D., Schwidetzky, I., Stloukal, M. 1979. Empfehlungen für die Alters- und Geschlechtsdiagnose am Skelett. *Homo*, 30(2): 1-32.
- Fischer, O., Wolf, F. 1984. Zu altersspezifischen Veränderungen am proximalen Humerus- und Femurende des erwachsenen Menschen. Jena: Diplomarbeit.
- Förster, F. 2008. Rekonstruktion der subadulten Individuen des Gräberfeldes Dresden-Briesnitz. Jena: Magisterarbeit.
- Forster, J. 2003. Zur Altersschätzung an Knochenfunden am Beispiel des Hüftbeins unter besonderer Berücksichtigung der Ossa pubica. Jena: Med. Dissertation.
- Frédéric, J. 1906. Untersuchungen über die normale Obliteration der Schädelnähte. *Z Morphol Anthropol*, 9: 373-456.
- Fürst, G., Meissner, J., Bindl, R. et al. 2006. Altersschätzung am Thorax. 6. Tagung der Gesellschaft für Archäozoologie und Prähistorische Anthropologie e. V.
- Galera, V., Ubelaker, D., Hayek, L. 1998. Comparison of macroscopic cranial methods of age estimation applied to skeletons from the Terry Collection. *J Forensic Sci*, 43(5): 933-939.
- Gautam, R., Shah, G., Jadav, H. et al. 2003. The human sternum – as an index of age and sex. *J Anat Soc India*, 52(1): 20-23.
- Gehring, K., Haffner, H., Weber, D. et al. 2002. Investigations on the reliability of determining an individual's age from the proximal femur. *Homo*, 52(3): 214-220.

- Gilbert, B. M., McKern, T. 1973. A method for aging the female os pubis. *Am J Phys Anthropol*, 38: 31-38.
- Gottschald, U., Bruchhaus, H. 2001. Zur Rekonstruktion der Altersstruktur subadulter Individuen anhand von Einzelknochen des Neurocraniums. *Beitr. Archäoz. u. Prähistor. Anthropol*, 3: 61-65.
- Graves, W. 1922. Observations on age changes in the scapula. *Am J Phys Anthropol*, 5: 21-33.
- Großkopf, B. 1990. Individualaltersbestimmung mit Hilfe von Zuwachsringen im Zement bodengelagerter menschlicher Zähne. *Z Rechtsmed*, 103: 351-359.
- Großkopf, B. 2004. Leichenbrand. Biologisches und kulturhistorisches Quellenmaterial zur Rekonstruktion vor- und frühgeschichtlicher Populationen und ihrer Funeralpraktiken. Göttingen: Phil. Dissertation.
- Güvener, M., Korel, N., Reiman, F. (1984). Kann die Entwicklung und Reifung der Beckenknochen zur Unterstützung und Erweiterung der Bestimmung des Knochenalters von Jugendlichen und heranwachsenden Personen herangezogen werden? *Röntgenpraxis*, 37: 264-268.
- Gustafson, G., Koch, G. 1974. Age estimation up to 16 years of age based on dental development. *Odontologisk Revy*, 25: 297-306.
- Hagens von, G. 1985. Heidelberger Plastinationshefter. Sammlung von Merkblättern zur Plastination. Heidelberg.
- Hajnis, K., Novak, J. 1976. Die Verwachsung der Nähte am Schädeldach. *Anthropologie*, 14 (1-2): 89-92.
- Hermann, B., Grupe, G., Hummel, S. et al. 1990. *Prähistorische Anthropologie - Leitfaden der Feld- und Labormethoden*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Hershkovitz, I., Latimer, B., Dutour, O. et al. 1997. The elusive petrooccipital articulation. *Am J Phys Anthropol*, 103(3): 365-373.
- Hildebrandt, T., Wutschke, C. 1987. Zur Altersbestimmung von Skelettindividuen anhand des Verknöcherungsgrades der Schädelnähte. Jena: Diplomarbeit.
- Hoppa, R., Vaupel, J. 2002. *Paleodemography. Age distribution from skeletal samples*. Cambridge: University Press.
- Houk, M., Ubelaker, D., Owsley, D. et al. 1996. The role of forensic anthropology in the recovery and analysis of branch davidian compound victims: assessing the accuracy of age estimations. *J Forensic Sci*, 41(5): 796-801.
- Hrdlička, A. 1939. Growth of the head during adult life. Further evidence. *Am J Phys Anthropol*, 24: 127-159.
- Hübschmann, J. in Vorb. Zur Geschlechtsbestimmung anhand des Os coxae. Jena: Med. Dissertation.

- Hunger, H., Leopold, D. 1978. Identifikation. Leipzig: J A Barth.
- Igarashi, Z., Uesu, K., Wakebe, T. et al. 2005. New method for estimation of adult skeletal age at death from the morphology of the auricular surface of the ilium. *Am J Phys Anthropol*, 128: 24-39.
- Isçan, M., Loth, S., Wright, R. 1985. Age estimation from the rib by phase analysis: white females. *J Forensic Sci*, 30(3): 853-863.
- Isçan, M., Loth, S., Wright, R. 1984. Age estimation from the rib by phase analysis: white males. *J Forensic Sci*, 29(4): 1094-1104.
- Jankauskas, R., Barakauskas, S., Bojarun, R. 2001. Incremental lines of dental cementum in biological age estimation. *Homo*, 51(1): 59-71.
- Kahana, T., Birkby, W., Goldin, L., et al. 2003. Estimation of age in adolescents – The basilar synchondrosis. *J Forensic Sci*, 48(3): 504-508.
- Kaiser, M. 2007. Altersschätzung der subadulten Individuen des Gräberfeldes Melchendorf (Bronzezeit) anhand von Mineralisation und Durchbruch der Zähne. Jena: Med. dent. Dissertation.
- Kaiser, S. 1996. Zur Sterbealtersbestimmung mit Hilfe histologischer Methoden. Jena: Med. Dissertation.
- Kemkes-Grottenthaler, A. 1993. Kritischer Vergleich osteomorphognostischer Verfahren zur Lebensalterbestimmung Erwachsener. Mainz: Dissertation.
- Kemkes-Grottenthaler, A. 1996. Sterbealterbestimmung anhand des ektokraniellen Nahtverschlusses: Eine Evaluierung der Meindl-Lovejoy-Methode. *Rechtsmedizin*, 6(6): 177-184.
- Kemkes-Grottenthaler, A. 2001. The reliability of forensic osteology – a cas in point case study. *Forensic Sci Int*, 117: 65-72.
- Kerley, E. 1965. The microscopic determination of age in human bone. *Am J Phys Anthropol*, 22: 149-163.
- Kerley, E., Ubelaker, D. 1978. Revisions in the microscopic method of estimating age at death in human cortical bone. *Am J Phys Anthropol*, 49(4): 545-546.
- Kreitner, K., Schweden, F., Riepert, T. et al. 1998. Bone age determination based on the study of the medial extremity of the clavicle. *Eur Radiol*, 8(7): 1116-1122.
- Kunos, C., Simpson, S., Russel, K., et al. 1999. First rib metamorphosis: Its possible utility of human age-at-death estimation. *Am J Phys Anthropol*, 110: 303-323.
- Lazenby, R. 1984. Inherent deficiencies in cortical bone microstructural age estimation techniques. *Ossa*, 9-11: 95-103.
- Liebschwager, E. in. Vorb. Rekonstruktion der subadulten Bevölkerung von Dresden-Briesnitz. Jena, Magisterarbeit.

- Lippert, H. 2000. Lehrbuch der Anatomie (5. Ausg.). München, Jena: Urban & Fischer.
- Lipsinic, F., Paunovich, E., Houston, G. et al. 1986. Correlation of age and incremental lines in the cementum of human teeth. *J Forensic Sci*, 31(3): 982-989.
- Liss, M. 2002. Rekonstruktion der Altersstruktur subadulter Individuen anhand von Lang- und Beckenknochen aus dem mittelalterlichen Gräberfeld Dresden – Briesnitz. Jena: Med. Dissertation.
- Liss, M., Bruchhaus, H. 2001. Zur Rekonstruktion der Altersstruktur subadulter Individuen eines mittelalterlichen Gräberfeldes anhand von Langknochen- und Hüftbeinfragmenten. *Beitr. Archäoz. u. Prä-histor. Anthropol*, 3: 154-156.
- Lovejoy, C., Meindl, R., Mensforth, R. et al. 1985. Multifactorial determination of skeletal age at death: a method and blind tests of its accuracy. *Am J Phys Anthropol*, 68(1): 1-14.
- Lovejoy, C., Meindl, R., Pryzbeck, T. et al. 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.
- Ludwig, M., Müller, C., Bruchhaus, H. 2003. Vergleich der Ergebnisse der Altersschätzung von vier Gräberfeldern anhand des Os pubis aus der Zeit des Neolithikums, der Bronzezeit und des Mittelalters. *Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie*, 4: 140-145.
- McKern, S., Stewart, T. 1957. Skeletal Age Changes in Young American Males: Analyzed from the Standpoint of Age Identification. Headquarters Q.M. Res. and Dev. Command, Tech. Rep., EP-45 .
- Meindl, R., Lovejoy, C. 1985. Ectocranial Suture Closure: A Revised Method for the Determination of Skeletal Age at Death based on the Lateral-anterior Sutures. *Am J Phys Anthropol*, 68(1): 57-66.
- Meindl, R., Lovejoy, C., Mensforth, R. et al. 1985. A revised method of age determination using the os pubis, with a review and tests of accuracy of other current methods of pubic symphyseal aging. *Am J Phys Anthropol*, 68: 29-45.
- Michaelis, M. 2003. Osteometrische Untersuchungen an Humerus, Clavicula und Scapula von mittelalterlichem Skelettmaterial. Jena: Med. Dissertation.
- Miller, C., Dove, S., Cottone, J. 1988. Failure of use of cemental annulations in teeth to determine the age of humans. *J Forensic Sci*, 33(1): 137-143.
- Mulhern, D., Jones, E. 2005. Test of revised method of age estimation from the auricular surface of the ilium. *Am J Phys Anthropol*, 126(1): 61-65.
- Murray, K., Murray, T. 1991. A test of the auricular surface aging technique. *J Forensic Sci*, 36(4): 1162-1169.
- Nemeskéri, J., H., Acsádi, Y. 1960. Methoden zur Diagnose des Lebensalters von Skelettfunden. *Anthrop Anz*, 24: 70-95.

- Oettlé, A., Steyn, M. 2000. Age estimation from sternal ends of ribs by phase analysis in South African Blacks. *J Forensic Sci*, 45(5): 1071-1079.
- Olivier. 1960. *Practique anthropologique*. Paris: Vigat.
- Olze, A., Knell, B., Hauri-Blonda, R. et al. 2002. Überprüfung der Altersdiagnostik mittels Wurzelidentintransparenzmessung bei unbekanntem Toten. *Rechtsmedizin*, 12: 143-149.
- O'Neal, M., Dwornik, J., Ganey, T. et al. 1998. Postnatal development of the human sternum. *J Pediatr Orthop*, 18 (3): 398-405.
- Ortner, D., Putschar, G. 1985. *Identification of pathological conditions in human skeletal remains*. City of Washington: Smithsonian Institution Press.
- Otto, K. 2005. *Die Bedeutung der Wirbelsäule für die Individualanalyse*. Jena: Magisterarbeit.
- Owings, P. 1981. Epiphyseal union of the anterior iliac crest and medial clavicle in a modern multiracial sample of males and females. Fullerton: M.A.: California State University.
- Parsons, F., Box, C. 1905. The relation of cranial sutures to age. *J Roy Anthropol Inst*, 35: 30-38.
- Perizonius, W. 1984. Closing and non-closing sutures in 256 crania of known age and sex from Amsterdam (A.D. 1883–1909). *J Human Evol*, 13: 201-216.
- Perizonius, W. 1979. Nonmetric cranial traits – sex difference and age dependence. *J Hum Evol*, 8(7): 679-684.
- Pratte, D., Pfeiffer, S. 1999. Histological age estimation of a cadaveral sample of diverse origins. *Can Soc Forensic Sci J*, 32(4): 155-167.
- Reichelt, E. in Vorb. *Zur Geschlechtsbestimmung und Körperhöschätzung anhand von Unterschenkelknochen eines mittelalterlichen Gräberfeldes*. Jena: Med. Dissertation.
- Rissech, C., Estabrook, G., Cunha, E. et al. 2006. Using the acetabulum to estimate age at death of adult males. *J Forensic Sci*, 51(2): 213-229.
- Rösing, F., Graw, M., Marré, B. et al. 2005. Empfehlungen für die forensische Geschlechts- und Altersdiagnose am Skelett. *Rechtsmedizin*, 15: 32-38.
- Rougé-Maillart, C., Telmon, N., Rissech, C. et al. 2004. The determination of male adult age at death by central and posterior coxal analysis – a preliminary study. *J Forensic Sci*, 49(2): 208-214.
- Schinz. 1989. *Radiologische Diagnostik in Klinik und Praxis*. Stuttgart: Georg Thieme.
- Schmitt, A. 2004. Age-at-death assesment using the Os pubis and the auricular surface of the ilium: a test on an identified Asian sample. *Int J Osteoarch*, 14: 1-6.
- Schmitt, H., Tamaska, L. 1970. Beiträge zur forensischen Osteologie IV. Untersuchungen über die Verknöcherungen der Schädelnähte unter besonderer Berücksichtigung der Frage der Altersbestimmung. *Z Rechtsmed*, 67: 230-248.

- Seeber, F. 2007. Altersschätzung anhand von Zähnen - Vergleich zwischen den einzelnen Schätzmethode unter besonderer Berücksichtigung der Abrasion an mittelalterlichem Skelettmateriale des Gräberfeldes Dresden/Briesnitz. Jena: Med. Dissertation.
- Singh, B., Gunberg, D. 1971. Estimation of age at death in human males from quantitative histology of bone fragments. *Am J Phys Anthropol*, 33: 373-382.
- Stewart, T. 1970. Personal identification in mass disasters. City of Washington: Smithsonian Institution.
- Stloukal, M., Hanáková, H. 1978. Die Länge der Längsknochen altslawischer Bevölkerungen - Unter besonderer Berücksichtigung von Wachstumsfragen. *Homo*, 29: 53-69.
- Storey, R. 2007. An elusive paleodemography? A comparison of two methods for estimating the adult age distribution of deaths at late classic copan, Honduras. *Am J Phys Anthropol*, 132: 40-47.
- Stott, G., Sis, R., Levy, B. 1982. Cemental annulation as an age criterion in forensic dentistry. *J Dental Res*, 61(6): 814-817.
- Stout, S. 1988. The use of histomorphometry to estimate age. *J Forensic Sci*, 33(1): 121-125.
- Stout, S., Gehlert, S. 1982. Effects of field size when using Kerley's histological method for determination of age at death. *Am J Phys Anthropol*, 58: 123-125.
- Stout, S., Gehlert, S. 1980. The relative accuracy and reliability of histological aging methods. *Forensic Sci Int*, 15(3): 181-190.
- Stout, S., Paine, R. 1992. Brief communication: histological age estimation using rib and clavicle. *Am J Phys Anthropol*, 87(1): 111-115.
- Stout, S., Stanley, S. 1991. Percent osteonal bone versus osteon counts. The variable of choice for estimating age at death. *Am J Phys Anthropol*, 86: 515-519.
- Suchey, J. 1979. Problems in the aging of females using the Os pubis. *Am J Phys Anthropol*, 51(3): 467-470.
- Suchey, J., Katz, D. 1986. Skeletal age standards derived from an extensive multiracial sample of modern Americans. 55th Annual Meeting of the American Association of Physical Anthropologists. *Am J Phys Anthropol*, 69: 269.
- Suchey, J., Wiseley, D., Katz, D. 1986. Evaluation of the Todd and McKern-Stewart methods for aging the male os pubis. K. Reichs ed. *Forensic osteology*. Springfield, Ill: Charles C. Thomas.
- Szilvássy, J. 1988. Altersdiagnose am Skelett. R. Knußmann ed. *Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen. Bd. I: Wesen und Methoden der Anthropologie*. Stuttgart: Gustav-Fischer.
- Szilvássy, J. 1977. Altersschätzung an den sternalen Gelenkflächen der Schlüsselbeine. *Beitr Gerichtl Med*, 35: 343-345.

- Szilvássy, J., Kritscher, H. 1990. Estimation of chronological age in man based on the spongy structure of long bones. *Anthrop Anz*, 48(3): 289-298.
- Thomas, C., Stein, M., Feik, S. et al. 2000. Determination of age at death using combined morphology and histology of the femur. *J Anat*, 196(3): 463-471.
- Thompson, D. 1980. Age changes in bone mineralization, cortical thickness, and haversian canal area. *Calcif tissue Int*, 31: 5-11.
- Todd, T. 1920. Age changes in the pubic bones. I. The male white pubis. *Am J Phys Anthropol*, 3: 285-334.
- Todd, T. 1923. Age changes in the pubic symphysis. VII. The anthropoid strain in human pubic symphysis of the third decade. *J Anat*, 57: 274-294.
- Todd, T., Lyon, D. 1925a. Cranial suture closure. Its progress and age relationship. Part II. Ectocranial closure in adult males of white stock. *Am J Phys Anthropol*, 8: 23-45.
- Todd, T., Lyon, D. 1925b. Cranial suture closure. Its progress and age relationship. Part II. Ectocranial closure in adult males of white stock. *Am J Phys Anthropol*, 8: 23-45.
- Todd, T., Lyon, D. 1925c. Cranial suture closure. Its progress and age relationship. Part III. Endocranial closure in adult males of negro stock. *Am J Phys Anthropol*, 8: 47-71.
- Todd, T., Lyon, D. 1924. Endocranial suture closure. Its progress and age relationship. Part I. Adult males of white stock. *Am J Phys Anthropol*, 7: 325-384.
- Ubelaker, D. 1978. *Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis, Interpretation*. Washington, DC: Taraxacum.
- Ullrich, S. 2007. Individualanalyse anhand des Pes. Jena: Magisterarbeit.
- Uytterschaut, H. 1985. Determination of skeletal age by histological methods. *Z Morph Anthropol*, 75(3): 331-340.
- Voigt, S., Uerlings, H., Bruchhaus, H. 2006. Möglichkeiten und Grenzen der Altersschätzung an Schädelkalotten. *Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorische Anthropol*, 5: 143-147.
- Volkman, A. 2007. Altersschätzung der Individuen des Gräberfeldes Briesnitz (Mittelalter) an Hand des Zahndurchbruches und der Mineralisation der Zähne. Jena: Med. dent. Dissertation.
- Volkman, A., Kaiser, M., Bruchhaus, H. 2006. Altersschätzung anhand von Durchbruch und Mineralisation der Zähne (Methodenvergleich). *Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorische Anthropol*, 5: 148-155.
- Wagner, K. 1994. Burgwardmittelpunkt und Kirche in Dresden-Briesnitz. Frühe Kirchen in Sachsen: Ergebnisse archäologischer und baugeschichtlicher Untersuchungen. In J. Oexle ed. Landesamt für Archäologie mit Landesmuseum für Vorgeschichte. Dresden. Stuttgart: Theiss.

- Wagner, K. 2007. Friedhof, Kirche und Wall an der Meißner Landstraße Dresden-Briesnitz. In Interessengemeinschaft Briesnitz e.V. eds. Den Vorfahren auf der Spur. Ausgrabung der Burg Dresden Briesnitz.
- Walker, R., Lovejoy, C. 1985. Radiographic changes in the clavicle and proximal femur and their use in the determination of skeletal age at death. *Am J Phys Anthropol*, 68(1): 67-78.
- Weber, I. in Vorb. Zur Geschlechtsbestimmung anhand von Knochenfunden der unteren Extremität eines Gräberfeldes aus dem Mittelalter. Jena: Med. Dissertation.
- White, T., Folkens, P. 2005. *The Human Bone Manual*. San Diego, London: Elsevier Academic Press.
- Wirth, R. 2002. Dentalanthropologische Untersuchungen zur Abrasion an neolithischem Skelettmaterials des Mittelbe-Saale-Gebiete. Jena: Med. Dissertation.
- Wittwer-Backofen, U., Gampe, J., Vaupel, J. 2004. Tooth cementum annulation for age estimation: Results from a large known-age validation study. *Am J Phys Anthropol*, 132(2): 119-129.
- Wolf, E., Pompe, B. 1980. Rationelle und vereinfachte Kunststoffeinfassung mit Polymethakrylat für unentkalkte Knochenschliffe. *Z ges inn Med*, 35(13): 561-564.

Thesen zur Dissertation

Analytische Altersbestimmung von Skelettfunden. Möglichkeiten und Grenzen bei der Bearbeitung von historischem und rezentem Skelettmaterial

Vorgelegt von Ronny Bindl, M.Sc.

1. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung der altersspezifischen Veränderungen an menschlichen Skelettfunden.
 - a. Damit werden Empfehlungen für den Einsatz der Methoden zur Altersbestimmung erarbeitet,
 - b. das Sterbealter der Skelettindividuen des Gräberfeldes Dresden-Briesnitz wird geschätzt
 - c. und die Altersstruktur des mittelalterlichen Gräberfeldes rekonstruiert.
2. Die Altersbestimmung von subadulten Individuen ist aufgrund von relativ regelmäßig ablaufenden Entwicklungs- und Wachstumsprozessen wesentlich genauer als die Altersbestimmung erwachsener Individuen. Der Alterungsprozess Erwachsener unterliegt durch kaum quantifizierbare, exogene Einflüsse einer größeren Variabilität.
3. Der Einsatz morphologischer Verfahren verlangt die ausführliche Einarbeitung am Skelettmaterial mit bekanntem Alter und Geschlecht, da nur hier ein direkter Vergleich vom chronologischen, d.h. dem kalendarischen und dem ermittelten, biologischen Alter möglich ist.
4. Die Methoden, die Altersklassen bzw. Altersspannen beinhalten, die streng gegeneinander abgegrenzt sind, entsprechen nicht den beobachteten Veränderungen der altersspezifischen Merkmale, die eine hohe Variabilität im zeitlichen Ablauf ihrer Ausprägungsgrade zeigen.
5. Sehr gute Möglichkeiten zur Altersbestimmung über das gesamte Erwachsenenalter bietet das neu entwickelte, histo-morphologische Verfahren am Femur. Insbesondere die periostalen Anteile des Knochens liefern die genauesten Informationen für die Altersbestimmung.
6. Das am Femur entwickelte neue histo-morphologische Verfahren lässt sich im Hinblick auf den Ablauf der morphologischen Veränderungen auf die Tibia und den Humerus übertragen.
7. Gute Möglichkeiten zur Altersbestimmung über das gesamte Erwachsenenalter, unter der Berücksichtigung der hohen Variabilität der Veränderungen und dementsprechend hohen Altersspannen bieten die Veränderungen an der Facies symphysialis und die

Transitions-Analyse. Der in die Transitions-Analyse eingebundene, wahrscheinlichkeitstheoretische Ansatz liefert neue Perspektiven für die Altersbestimmung von Skelettfunden.

8. Die untersuchten Veränderungen am Acetabulum ermöglichen, unter der Berücksichtigung der hohen Variabilität der degenerativen Veränderungen die Altersbestimmung in entsprechend großen Altersspannen.
9. Die Obliteration der Nähte des Schädeldaches an der Tabula interna und die Veränderungen an der Facies auricularis ossis ilii sowie die Veränderungen an der sternalen Gelenkfläche der Clavicula können Hinweise für eine Alterszuordnung liefern und lassen lediglich die Altersbestimmung innerhalb der anthropologischen Großgruppen adult, matur und senil zu.
10. Die Veränderungen der Spongiosa im proximalen Ende von Humerus und Femur können Hinweise für die Altersbestimmung liefern. Am bodengelagerten Skelettmaterial ist der Erhaltungszustand oft zu schlecht, um Informationen abzuleiten.
11. Die Veränderungen am Cranium an der Tabula externa sowie die Verwendung verschiedener Nahtabschnitte unterhalb der Calva bzw. im Viscerocranium sollten auf Grund der hohen Variabilität als alleiniges Verfahren zur Altersbestimmung nicht eingesetzt werden.
12. Mit der abschließenden Bearbeitung des Gräberfeldes Dresden-Briesnitz konnte die Altersstruktur einer weiteren Population des Mittelelbe-Saalegebietes rekonstruiert werden.
13. Die für das Gräberfeld Dresden-Briesnitz ermittelten Altersstrukturen weisen auf eine sehr hohe Kindersterblichkeit und eine im Mittel etwas geringere Lebenserwartung der Frauen hin. Dies ist mit der schlechten hygienischen Situation, der schlechten medizinischen Versorgung und den ungünstigen Lebensbedingungen der damaligen Zeit zu erklären.

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Biologisch Pharmazeutischen Fakultät der Friedrich- Schiller- Universität bekannt ist,
ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönliche Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,
die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und das Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,
dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und
dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Jena, den 28. Juli 2008

Ronny Bindl, M.Sc.

Lebenslauf

Name: Ronny Bindl

Adresse: Jocketaer Str. 60, 08525 Plauen
Fritz–Ritter Str. 16, 07747 Jena

Geburtsdatum: 11. November 1978

Geburtsort: Karl-Marx-Stadt (Chemnitz)

Schulbildung: 1993 bis Juli 1997 Lessing Gymnasium Plauen mit Erwerb der
Allgemeinen Hochschulreife

Studium: WS 1999/2000 bis Juli 2004 Studium an der FSU Jena: Magister Biologie,
Biologische Anthropologie, Geschichte der Naturwissenschaften, mit Ab-
schluss Magister Scientiarum.

WS 2004/05 aktive Vorbereitung auf die Promotion
seit SS 2005 Promotionsstudent an der FSU Jena

Berufstätigkeit:	SS 2006	Lehrauftrag für biologische Anthropologie
	WS2006/2007	Lehrauftrag für biologische Anthropologie
	SS2007	Lehrauftrag für biologische Anthropologie
	WS2007/2008	Lehrauftrag für biologische Anthropologie
	SS2008	Lehrauftrag für Paläoanthropologie, Forensik, Skelett1

Jena, den 28. Juli 2008

Ronny Bindl, M.Sc.

Liste der Publikationen

- Bindl R. 2004. Vom Lungenfisch zur Mnemetheorie. Leben und Werk von Richard Semon. Magisterarbeit, Jena.
- Olsson L, Hoßfeld U, Bindl R, Joss JMP. 2004. The development of the Australian lungfish *Neoceratodus forsteri* (Osteichthyes, Dipnoi, Neoceratodontidae): From Richard Semon's pioneering work to contemporary approaches. *Rudolstädter Naturhistorische Schriften* 10-12.
- Bruchhaus H, Bindl R, Häckel M, Müller C, Thiele K-H. 2006. Möglichkeiten und Grenzen der Geschlechtsbestimmung anhand von Knochenfragmenten. *Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie* 5: 156-165.
- Bindl R, Bornhöft B, Müller C, Bruchhaus H. 2006. Eine besondere mittelalterliche Bestattung aus der Marienkirche zu Mühlhausen/Thür. *Mühlhäuser Beiträge*. 29: 22-34.
- Bindl R, Braun S, Uerlings H, Koppe T, Bruchhaus H. 2006. Methoden der Altersschätzung anhand des *Os coxae*. *Bulletin der Schweizer Gesellschaft für Anthropologie* 12(1): 1-11.
- Bindl R, Bock S, Häckel M, Müller C, Bruchhaus H. 2007. Zur anthropologischen Untersuchung des Gräberfeldes Briesnitz bei Dresden – Stand der Bearbeitung. Den Vorfahren auf der Spur Ausgrabung der Burg Briesnitz. Interessengemeinschaft Briesnitz e.V., Verlag Dieter Freund.
- Bindl R, Nitsche R, Bruchhaus H. 2007 Altersschätzung von Skelettmaterial – Untersuchungen zur Obliteration der Nähte des Schädels. *Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie* 13(1): 25-33.
- Schmidt K, Bindl R, Bruchhaus H. 2007. Körperhöhenschätzung an ausgewählten neolithischen und bronzezeitlichen Skeletten. *Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie* 13(1): 51-69.
- Bindl R, Braun S, Bruchhaus H. 2007. Altersschätzung anhand des *Os coxae* ein Beitrag zur Individualanalyse. *Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie* 6: 157-165.
- Bindl R, Herrmann E, Bruchhaus H. 2007. Individualanalyse anhand des *Os sacrum* – ein Beitrag zur Altersschätzung. *Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie* 6: 166-174.
- Schmidt K, Bindl R, Bruchhaus H. 2007. Möglichkeiten der Körperhöhenschätzung am Beispiel ausgewählter schnurkeramischer Skelette. *Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie* 6: 194-204.

Müller C, Bauer A, Bindl R, Bruchhaus H. 2007. Beitrag der Wirbelsäule für die Individualanalyse. Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie 6: 174-180.

Bornhöft B, Gottschaldt U, Bindl R, Bruchhaus H. 2007. Untersuchungen zur Geschlechtsbestimmung anhand der Mandibula. Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie 6: 189-193.

Thiele K, Uerlings U, Lessig R, Edelmann J, Braun S, Bindl R, Bornhöft B, Neubert A, Bruchhaus H. 2007. Morphologische und molekulargenetische Untersuchungen zur Identifizierung einer skelettierten Leiche. Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie 6: 205-210.

Poster (Auswahl)

Bindl R, Uerlings H, Bruchhaus H. 2005. Sex estimation on skeletal remains. 6. Kongress der Gesellschaft für Anthropologie e.V., München, Tagungsband „Facetten der modernen Anthropologie, Abstract.

Voigt S, Bindl R, Bruchhaus H. 2005. Age estimation of skeletal remains. 6. Kongress der Gesellschaft für Anthropologie e.V., München, Tagungsband „Facetten der modernen Anthropologie, Abstract.

Bindl R, Nitsche R, Bruchhaus H. 2007. Age estimation of skeletal remains. Current investigation. 7. Kongress der Gesellschaft für Anthropologie e.V., Freiburg i.Br, Tagungsband, Abstract.

Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. Aria Baniahmad, Institut für Humangenetik und Anthropologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena, für die kurzfristige Übernahme der Betreuung der Arbeit. Herrn Professor Dr. Uwe Claussen danke ich für die Überlassung des Themas, für die freundliche Integration in das Institut sowie die wertvollen Hinweise beim Abschluss der Arbeit.

Frau PD. Dr. Katrin Kromeyer-Hauschild danke ich für die wertvollen Hinweise bei der Durchsicht des Manuskripts und des Vertrauens bei meinem Einstieg in die Lehrtätigkeit im Bereich der Paläoanthropologie.

Herrn Dr. Horst Bruchhaus, meinem Mentor, danke ich für die ausführliche Betreuung der Arbeit und die Möglichkeit mich nicht nur vertiefend in den Bereich der Altersbestimmung einzuführen sondern auch in das gesamte Methodenspektrum paläoanthropologischer Arbeit.

Besonderer Dank gilt Jan Birkenbeil, von der Carl-Zeiss Jena AG der mich bei der fotografischen Erfassung der histologischen Schliffrer unterstützte.

Außerordentlicher Dank gilt meinen Eltern und meinem Bruder die mich während der gesamten Zeit in voller Hingabe und mit äußerstem Verständnis für die „Knochenarbeit“ unterstützten – alle Höhen mit mir teilten und mir halfen alle Tiefen zu überwinden.

Vielfacher Dank gilt meinen Freunden die mir jeder Zeit mit Rat und Tat zur Seite standen. Namentlich danke ich Sandra Bube und Nancy Gläser für die Lektoratsarbeit am Manuskript und Matthias Müller für die Koordination mit der Zusammenarbeit mit der Firma Zeiss. Außerordentlicher Dank gilt Sandra Ebersbach für den allseits motivierenden Beistand.