



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Vergleich makroskopischer Sterbealtersdiagnosen mit
der mikroskopischen Zahnzementanalyse (TCA –
„tooth cementum annulation“) an menschlichen
Skeletten aus dem awarenzeitlichen Gräberfeld Wien -
Csokorgasse

Verfasserin

Helene Zodl

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien im November 2008

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A442

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Biologie

Betreuerin :

Univ.- Prof. Dr. Sylvia Kirchengast

Vorwort

Für die Hilfestellungen und die Unterstützung, ohne die es nicht möglich gewesen wäre, die vorliegende Diplomarbeit zu verfassen, bedanke ich mich an dieser Stelle sehr herzlich bei folgenden Personen:

- § Karl Großschmidt, vom Institut für Anatomie und Zellbiologie (Abteilung für Biomaterial - und Stützgewebeforschung) der Medizinischen Universität Wien, für die Themenfindung, das Skelettmaterial und vor allem für die außergewöhnlich gute fachliche und persönliche Betreuung.
- § Der Medizinisch – Technischen Assistentin Beatrix Wallner derselben Abteilung für ihre tatkräftige Unterstützung bei der Dokumentation und der Präparatherstellung.
- § Frau Univ.-Prof. Dr. Sylvia Kirchengast, vom Department für Anthropologie der Universität Wien für die administrative Betreuung.

Besonders bedanken möchte ich mich bei meinem Freund Tobias für seine stets aufmunternden Worte. Mein größter Dank gilt meinen Eltern, die mir dieses Studium überhaupt ermöglicht haben und mich zu jeder Zeit meiner Ausbildung unterstützt haben.

Kurzfassung

Makroskopisch festgestellte Sterbealter an awarenzeitlichen Skeletten wurden mit den Ergebnissen der mikroskopischen Zahnzementanalyse, „tooth cementum annulation“ (TCA) verglichen. Dazu wurden von Prämolaren beider Geschlechter und aus drei Sterbealtersklassen (Adult, Matur, Senil) histologische Dünnschliffe hergestellt. Die Auszählung der Zahnzementlinien erfolgte im Lichtmikroskop an 4 Regionen des Zahnes (buccal, lingual, distal und/ oder mesial). Die gewonnenen Ergebnisse zeigten mit den makroskopisch ermittelten gute Übereinstimmungen in den Sterbealtersklassen Maturus und Senilis, die Ergebnisse der Sterbealterklasse Adultus hingegen wiesen starke Abweichungen auf.

Abstract

This diploma thesis deals with the common macroscopic methods of skeletal age-at-death determination from remains of an “avars” burial ground, in comparison with the tooth cementum annulation (TCA). Of overall 6 self-made tooth-root cross-sections of premolars there was made an age at death diagnosis by counting the annual rings in the tooth cement. The counting occurred at 4 different areas per tooth (buccal, lingual, distal and/ or mesial). The obtained results of the age at death class mature and senile showed high consensuses. The results of the age at death class adults on the contrary showed high variances.

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG	1
2 GRUNDLAGEN DER STERBEALTERSBESTIMMUNG	2
2.1 MAKROSKOPISCHE STERBEALTERSBESTIMMUNG	2
2.1.1 <i>Mineralisation, Dentition und Abrasion der Zähne</i>	4
2.1.2 <i>Ossifikationsmerkmale im Kindes – und Jugendalter</i>	6
2.1.3 <i>Morphologische Veränderungen im Erwachsenenalter</i>	9
2.2 MIKROSKOPISCHE STERBEALTERSBESTIMMUNG	21
2.2.1 <i>Sterbealtersbestimmung anhand der Zahnzementringe</i>	21
2.2.2 <i>Histomorphometrische Sterbealtersdiagnosen am Femur</i>	23
3 MATERIAL	25
3.1 DIE AWAREN – GESCHICHTLICHER ÜBERBLICK.....	25
3.2 DAS GRÄBERFELD CSOKORGASSE.....	26
4 METHODE	28
4.1 DOKUMENTATION	28
4.2 HISTOLOGISCHE PRÄPARATION.....	28
4.3 COMPUTERGESTÜTZTE AUSWERTUNG DER HISTOLOGISCHEN DÜNNSCHLIFFE	33
5 ERGEBNISSE MIT DISKUSSION.....	37
6 ZUSAMMENFASSUNG	77
7 LITERATURVERZEICHNIS	79

1 Einleitung

Die Sterbealtersbestimmung des menschlichen Skelettes, eine anthropologische Grundbestimmung, hat in wissenschaftlichen Disziplinen wie der physischen Anthropologie, der Paläoanthropologie und der Gerichtsmedizin eine wesentliche Bedeutung. Prinzipiell kann diese Bestimmung auf zwei Arten, makroskopisch und der mikroskopisch erfolgen.

Die makroskopische Bestimmung des Sterbealters, etwa anhand des Abrasionsgrades der Zähne, oder dem Verschlussgrad der Schädelnähte sowie der Veränderungen an der Oberfläche der Facies symphysealis des Beckens, beruht auf biologischen Veränderungen, die mit dem Alterungsprozess des Individuums einhergehen. Diese Methoden bedürfen eines gewissen Grads an Erfahrung und können durch individuell unterschiedliche Veränderungen am Skelett oder durch die Bodenlagerung beeinflusst werden. Sie lassen Alterseinteilungen nur innerhalb bestimmter Spannweiten von in der Regel +/- 10 Jahren zu.

Mikroskopische Sterbealtersbestimmungsmethoden, wie die Ermittlung des Sterbealters durch das Auszählen der Zementringe im menschlichen Zahn oder die histomorphometrische Sterbealtersdiagnose am menschlichen Femur, zeigen andere Ansätze um genauere Ergebnisse (+/- 3 Jahre) zu erreichen. Die Methodik des Auszählens von Zementlinien oder Strukturen im Knochen ist gut nachzuvollziehen und lässt für subjektive Interpretationen kaum Spielraum.

In der vorliegenden Arbeit wird ein theoretischer Überblick zu den gängigen makroskopischen und mikroskopischen Sterbealtersbestimmungsmethoden gegeben. Im praktischen Teil wird eine Zahnzementanalyse an Individuen, die nach Alter (adult, matur, senil) und Geschlecht ausgesucht wurden, durchgeführt. Die Ergebnisse werden anschließend in direktem Vergleich zu den Ergebnissen der makroskopischen Sterbealtersbestimmung gesetzt.

2 Grundlagen der Sterbealtersbestimmung

Die Bestimmung des Sterbealters gehört zu den biologischen Basisdaten, die an menschlichen Skelettfunden erhoben werden. Die Methoden der Sterbealtersdiagnose basieren allgemein auf makroskopisch und histologisch bestimmbaren, morphologischen Veränderungen der Knochenoberflächen.

In diesem Kapitel soll ein Überblick über die verschiedenen Methoden der Sterbealtersbestimmung gegeben werden. Im ersten Teil werden die makroskopischen Verfahren, wie die Ermittlung des Zahnstatus, der Mineralisationsstufen, des Durchbruchsstadiums und des Abrasionsgrades der Zähne, sowie die Ossifikationsmerkmale der Langknochen aufgezeigt. Der zweite Teil gibt einen Einblick in die mikroskopischen Methoden, wie die Zahnzementanalyse und die histomorphometrische Sterbealtersdiagnose am Femur.

2.1 Makroskopische Sterbealtersbestimmung

Allgemein gilt, dass makroskopische Methoden der Sterbealtersdiagnose bis zur Vollendung der Skelettreife des Individuums relativ einfach angewendet werden können. Altersangaben sind jedoch nur innerhalb bestimmter Grenzen möglich.

Die folgende Alterseinteilung bildet ein allgemein verwendetes Schema für die Sterbealtersdiagnose:

Altersgruppe	Jahre
FETUS	3.10. Fetalmonat (FM)
NEONATUS	0-3. Lebensmonat (LM)
INFANS I (frühe Kindheit)	0-6 Jahre
INFANS II (späte Kindheit)	7-12 Jahre
JUVENIS (Jugendalter)	13-20 Jahre
ADULT (Erwachsenenalter)	21-40 Jahre
MATUR (Reifealter)	41-60 Jahre
SENIL (Greisenalter)	61-x Jahre

Tabelle 1: Definition anthropologischer Altersklassen

Die zuverlässigste Sterbealtersbestimmung bei Kindern bis zur Vollendung des 12. Lebensjahres ist die Analyse des Zahnwechsels. Als Faustregel gilt hier nach GRUPE ET AL. (2005: 90) „..., dass im Alter von 2,5 bis 3 Jahren ein vollständiges Milchgebiss angelegt ist, dass der erste Dauermolar im Alter von 6 Jahren erscheint („Schulzahn“) und der zweite Dauermolar nach zwölf Jahren“.

Bei jugendlichen Skeletten kann die Skelettreife sehr gute Hinweise auf das Sterbealter geben. Die so genannten Epiphysenfugen trennen an den Röhrenknochen die Gelenkenden vom Schaft und bleiben bis zum Abschluss des Längenwachstums des Skelettes erhalten. Das zeitliche Wachstumsende eines Röhrenknochens wird durch den knöchernen Durchbau der Epiphysenfugen eingeleitet, es schließen sich die Epiphysen der langen Extremitätenknochen gegen Ende der Pubertät. [GRUPE ET AL, 2005 UND ULIJASZEK, ET AL., 1998]

Das Sterbealter von Erwachsenen kann nur noch anhand der altersgemäßen Veränderungen am Zahnapparat und am knöchernen Skelett geschätzt werden. Da sich nicht jedes Skelett unter den gleichen äußeren Umständen und Umwelteinflüssen entwickelt, ist die Alterungsrate keinesfalls konstant und bedingt eine dementsprechende Fehlerquote bei der Altersdiagnose. [GRUPE ET AL, 2005]

FEREMBACH ET AL. (1979) haben erstmals als Arbeitsgruppe europäischer Anthropologen die Methoden der Altersbestimmung am Skelett zusammengefasst. Im Folgenden soll ein Überblick über die wesentlichen makroskopischen Sterbealtersdiagnosen gegeben werden.

2.1.1 Mineralisation, Dentition und Abrasion der Zähne

Mineralisation und Dentition

Das Zahnschema nach UBELAKER (1978) zeigt die menschliche Zahnentwicklung vom 5. pränatalen Monat bis zum 35. Lebensjahr. Es basiert auf Untersuchungsergebnissen an mehreren tausend Individuen. Die jeweiligen Angaben neben dem Gebiss zeigen das geschätzte Alter und die möglichen Abweichungen. Diese Grenzen gelten für den Gesamtbefund. Die Fehlerngrenze verringert sich, wenn nur die Mineralisation der Zähne berücksichtigt wird und wenn die in ihrer Entwicklung sehr schwankenden Zähne, wie Eckzahn und 3.Molar, nicht in die Analyse einbezogen werden.

Bei der Benutzung des Zahnschemas ist vor allem auf den Verlauf der Zahnentwicklung zu achten. Zu Beginn wird die Zahnkrone mit dazugehöriger Kaufläche gebildet, darauf folgen Zahnhals und Zahnwurzel.

Vor allem bei sehr jungen Kleinkindern ist die Ermittlung des Alters mit Hilfe des Zahnentwicklungsschemas sehr zuverlässig. [Szilvássy, 1988]

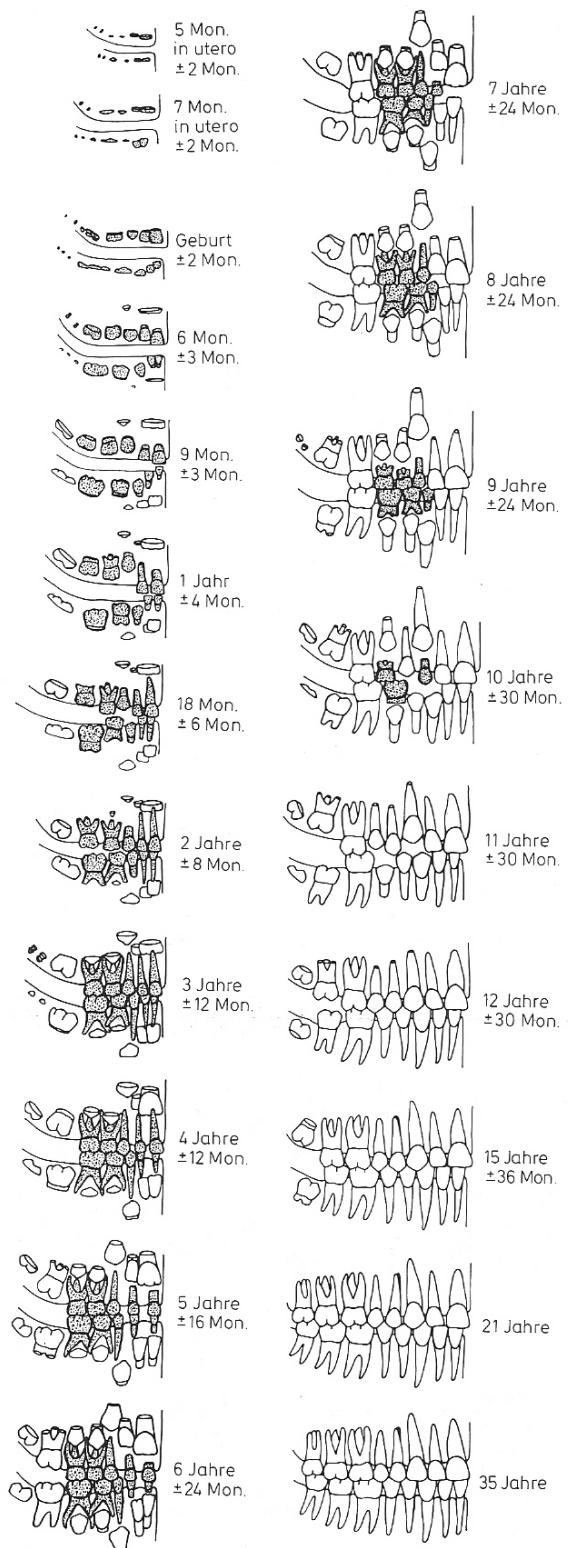


Abbildung1: Schema der Zahnentwicklung
[aus: MARTIN UND KNUßMANN, 1988]

Zahnabrasion nach Miles

MILES (1963) entwickelte ein Klassifikationsschema, welches den Abrieb der Molaren für die Altersdiagnose verwendet. Die Nahrungszusammensetzung spielt bei der Zahnabrasion eine große Rolle. Dieses Schema trifft eher auf Bevölkerungsgruppen mit hohem Hartstoffanteil in der Nahrung zu. Neben harten Nahrungsfasern führen aber auch Steinmehlreste von Mühlsteinen im gemahlenen Getreide zu verstärkten Abnutzungserscheinungen am Zahn.

Wie in der Abbildung 1 ersichtlich, wird eine Einteilung in Altersgruppen nach den drei Molaren vorgenommen. Man vergleicht die zu bestimmenden Molaren mit den Abschliffmustern der Zahnoberflächen und legt deren Abnutzungsgrad fest. Dadurch kann die Altersklasse aus der Tabelle abgelesen werden und man erhält das ungefähre Sterbealter.

[Szilvássy, 1988]

Altersklasse	17-25			25-35			35-45			über 45		
Molar	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Abschliff-muster												
			Zahnbein noch nicht blosgelegt									
			oder									
			Zahnschmelz leicht abgeschliffen									

2.1.2 Ossifikationsmerkmale im Kindes – und Jugendalter

Sehr gute Ergebnisse bei der Sterbealtersbestimmung an Kindern werden bei der Ermittlung des Zahnstatus erzielt. Die Ossifikationen am Schädel und am postkranialen Skelett sollen im folgenden Abschnitt beschrieben werden. Sie geben zwar relativ gute Hinweise auf das Sterbealter, ermöglichen aber nicht so präzise Altersbestimmungen, wie sie beim Zahnstatus erreicht werden.

Fontanellenschlüsse und Synostosen

Beim Schluss der Fontanellen und der Synostosen ist Folgendes zu berücksichtigen: die hintere Fontanelle und die vorderen Seitenfontanellen schließen sich im Verlauf der ersten drei Lebensmonate. Die Alae majores wachsen bis zum neunten Monat mit dem Keilbein – Corpus zusammen. Die hinteren Seitenfontanellen schließen sich im ersten Lebensjahr und die beiden Hälften des Unterkiefers wachsen zusammen. Die vordere Fontanelle und die Stirnnaht schließen sich in den ersten zwei Jahren. Auch die Fuge zwischen der Schuppe und den Partes laterales des Hinterhauptbeins schließt sich. Zusätzlich wachsen die beiden Hälften der Wirbelbögen in den ersten zwei Jahren zusammen. Dass die Stirnnaht auch manchmal offen bleiben kann, zeigen Ausnahmefälle (Metopismus). Wirbelkörper und Wirbelbögen wachsen schließlich im vierten Lebensjahr zusammen. Die Schambeinäste und die Sitzbeinäste des Hüftbeins wachsen bis zum Ende des sechsten Lebensjahres zusammen.

Die Epiphysen schließen sich unter normalen Umständen bis zum 25. Lebensjahr (siehe Abb.2).

[Szilvássy, 1988]

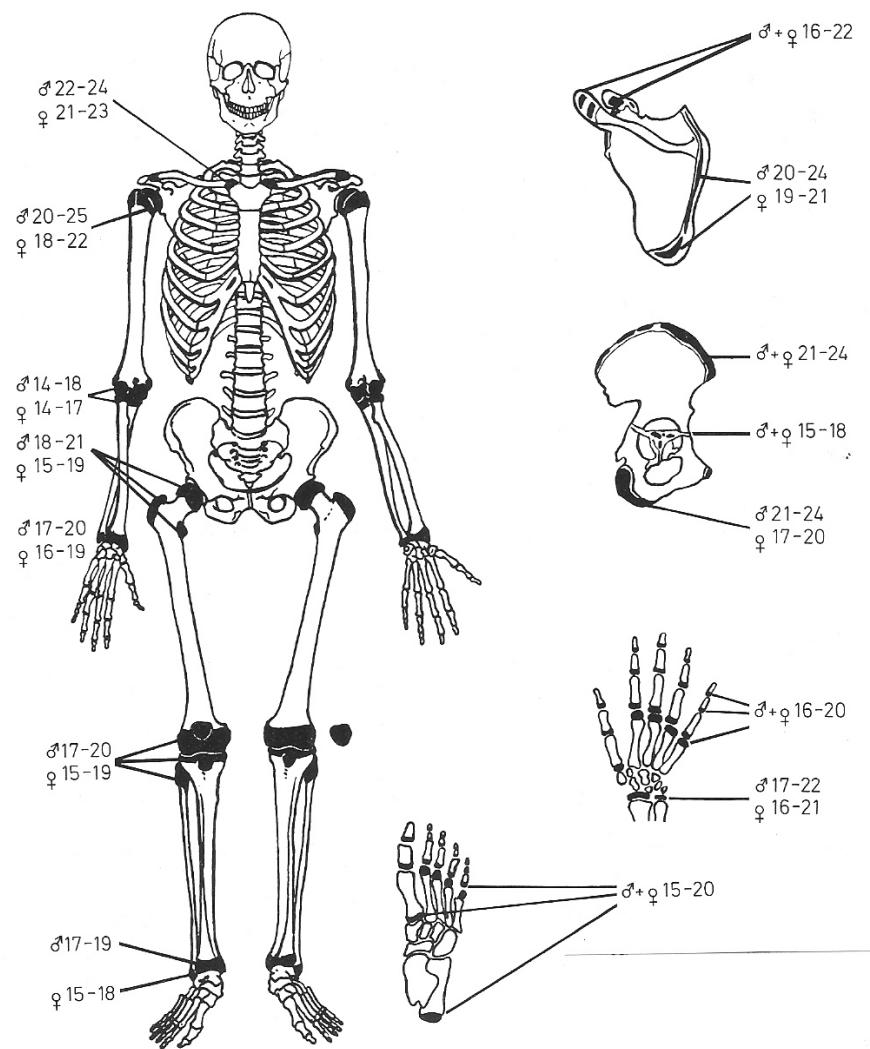


Abbildung 2: Verschlussgrad der Epiphysen am postkranialen Skelett [aus MARTIN UND KNUßMANN, 1988]

Röhrenknochen

Anhand der Länge der Röhrenknochen des postkranialen Skeletts kann das Sterbealter von Kindern und Jugendlichen geschätzt werden. Die folgende Tabelle 2 zeigt die durchschnittlichen Längen von Humerus, Radius, Femur und Tibia einer altslawischen Population für die betreffende Sterbealtersklasse. Das Geschlecht der Kinder wird in dieser Tabelle nicht berücksichtigt. [SZILVÁSSY, 1988]

	Humerus	Radius	Femur	Tibia
6 Monate	88,1/ 78– 97/	69,7/ 63– 75/	108,1/ 95–122/	88,8/ 84– 93/
12 Monate	97,9/ 89–106/	76,8/ 68– 85/	122,0/109–135/	99,2/ 93–105/
18 Monate	108,6/ 98–118/	84,1/ 75– 90/	137,5/122–152/	111,4/102–120/
24 Monate	117,5/106–129/	89,8/ 80– 96/	149,6/135–166/	121,1/109–131/
30 Monate	124,9/113–138/	95,1/ 86–103/	160,9/143–182/	131,7/117–144/
3 Jahre	133,5/120–147/	101,6/ 93–110/	174,1/156–196/	142,2/127–156/
4 Jahre	142,7/128–159/	108,3/ 98–120/	188,3/169–213/	151,9/136–171/
5 Jahre	152,4/136–170/	116,0/105–130/	203,2/183–230/	164,1/146–184/
6 Jahre	163,8/147–181/	125,1/114–140/	221,1/198–246/	177,1/158–201/
7 Jahre	174,8/157–192/	133,5/121–152/	238,1/214–263/	188,9/168–216/
8 Jahre	184,6/169–201/	141,9/130–160/	253,0/228–278/	202,0/180–227/
9 Jahre	194,3/178–210/	149,2/139–163/	266,5/241–290/	213,6/191–235/
10 Jahre	203,9/186–218/	156,9/149–168/	281,2/254–305/	224,3/202–246/
11 Jahre	211,9/196–224/	163,3/156–175/	292,5/265–323/	235,1/212–259/
12 Jahre	219,9/202–234/	168,8/160–179/	302,9/279–337/	244,4/218–268/
13 Jahre	231,2/211–247/	175,7/165–188/	319,0/286–358/	256,1/227–283/
14 Jahre	240,8/220–257/	182,5/166–200/	333,3/296–382/	269,8/235–301/

Tabelle 2: Durchschnittliche Länge der Röhrenknochen von Kindern in verschiedenen Altersgruppen. [aus: MARTIN UND KNUSSMANN, 1988]

Sundick (1978) gibt sehr ähnliche Zahlen einer süddeutschen Population des Mittelalters an, berücksichtigt allerdings neben Humerus, Radius, Ulna und Femur die Clavikula und das Os Ilium. [SZILVÁSSY, 1988]

2.1.3 Morphologische Veränderungen im Erwachsenenalter

Verknöcherung der Schädelnähte

Die Bestimmung des Verschlussgrades der Schädelnähte als ein Kriterium zur Altersdiagnose ist zwar sehr bekannt, gibt jedoch nicht mehr als einen unterstützenden Hinweis auf das tatsächliche Sterbealter. Es kann im Falle eines unvollständigen Skelettes als Methode dienen, wenn andere, genauere Techniken nicht anwendbar sind.

Bei dem Schema nach OLIVIER (1960) wird der ektokraniale Nahtbefund von insgesamt 16 Abschnitten von Koronal-, Sagittal- und Lambdanaht zur Altersdiagnose herangezogen. Deren Einteilung zeigt eine große Variationsbreite des individuellen Sterbealters. [SZILVÁSSY, 1988]

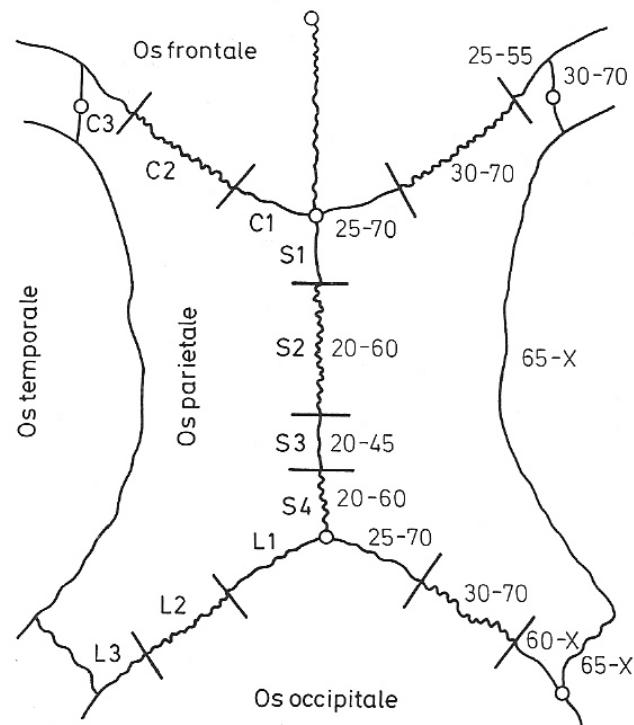


Abbildung 3: Schema zum Verschlussgrad der Schädelnähte [aus: MARTIN UND KNUßMANN, 1988]

RÖSING (1977) modifizierte das Schema von VALLOIS (1937) und gibt für das individuelle Sterbealter der einzelnen Abschnitte engere Grenzen an. Zusätzlich findet hier eine Berücksichtigung der Geschlechter für die Diagnose statt.

[Szilvássy, 1988]

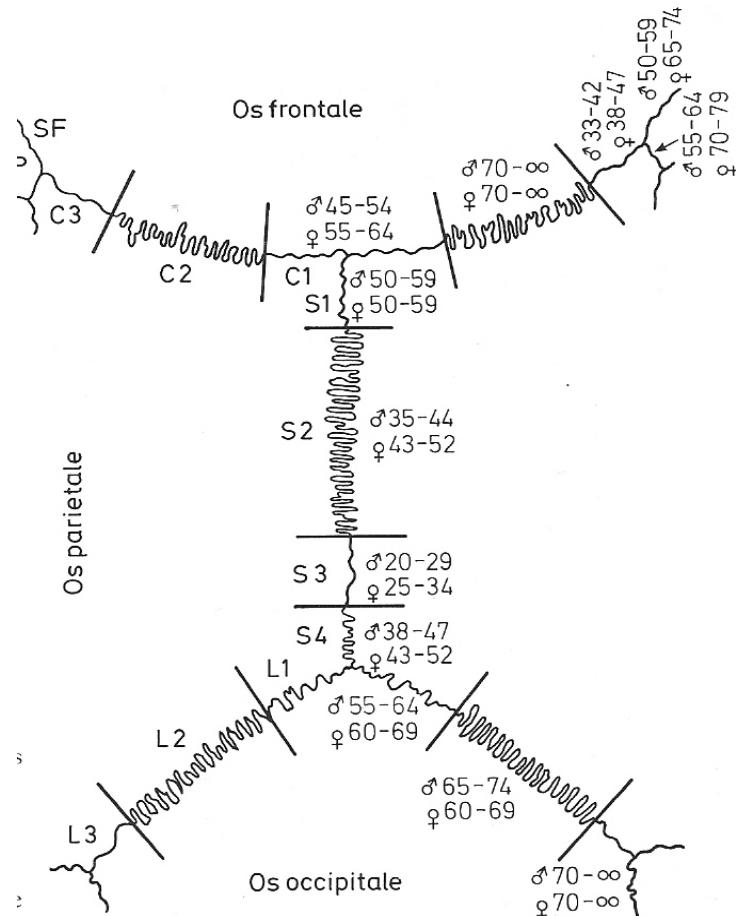


Abbildung 4: Verknöcherung der Schädelnähte [aus: MARTIN UND KNUßMANN, 1988]

Verknöcherungen an der *Facies articularis sternalis*

Die *Facies articularis sternalis* ist die dem Brustbein zugekehrte Gelenksfläche des Schlüsselbeins. Diese Gelenksfläche zeigt eine Reliefbildung, die sich vom 18. bis 26. Lebensjahr bezeichnend ändert und so für die Altersbestimmung innerhalb dieses Lebensabschnittes wichtig sein kann. Zur Unterscheidung der drei morphologischen Stadien dienen der Ausprägungsgrad der Wölbung und der Kantenbildung, sowie die gegen den Rand der Gelenksfläche auftretende Leistenbildung [Szilvássy, 1988]



Abbildung 5: Stadien I bis III der *Facies articularis sternalis* [aus: MARTIN UND KNußMANN, 1988]

Im morphologischen Stadium I (18 bis 20 Jahre) weist die Oberfläche der *Facies articularis* eindeutige Körnungen und Einkerbungen auf. Auch der Rand der Gelenksfläche ist durch eine Leistenbildung deutlich sichtbar. Das morphologische Stadium II (21 bis 25 Jahre) zeigt hingegen eine wesentlich glattere Struktur der Oberfläche. Das morphologische Stadium III (26 bis 30 Jahre) ist durch ein vollkommen glattes Außenbild geprägt, die Abgrenzung zum Rand der Gelenksfläche ist verschwunden. [Szilvássy, 1988]

Veränderungen an der Schambein – Symphyse

Morphologische Änderungen an der Schambein–Symphyse (Facies symphysialis) des Os pubis dienen vor allem für den mittleren Lebensabschnitt zur Altersdiagnose am Skelett.

Am Anfang der Adultus – Phase ist die Oberfläche der Facies symphysialis nach außen gewölbt und durch raue, quer verlaufende Furchen und Leisten gegliedert. Eine scharfe Abgrenzung zum Ramus superior und inferior ossis pubis gibt es nicht. Mit ansteigendem Alter, gegen Ende der Adultus - und zu Beginn der Maturus Phase, nehmen die Leisten eine zunehmend ebene und flache Form an. Es bilden sich Kanten aus - nach vorne und hinten sowie gegen die Rami. Zu Beginn des Senium – Stadiums zeigt die Oberfläche der Symphyse schließlich ein völlig ebenes Erscheinungsbild. Sie wird durch einen zusammenhängenden Rand begrenzt. Daraufhin wird die Symphysenfläche nach innen gewölbt und es können sekundäre Zeichen von Arthrose auftreten. [Szilvássy, 1988]

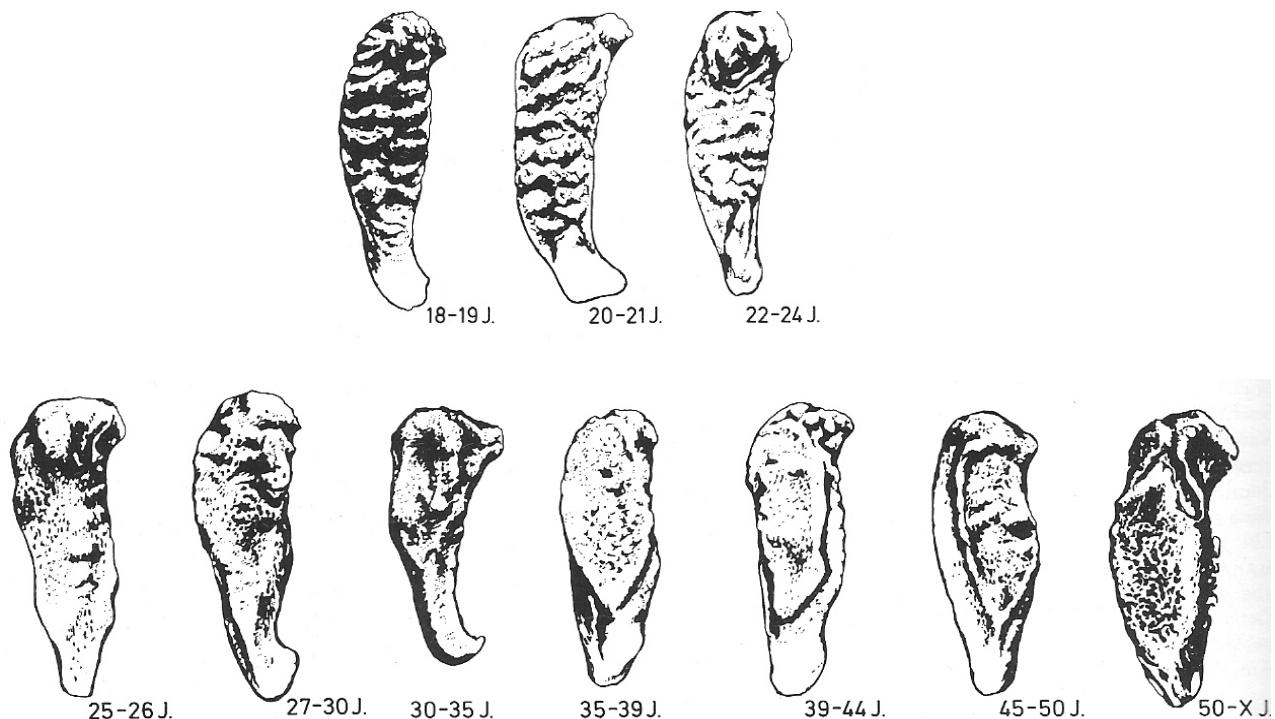


Abbildung 6: Stadien der Altersveränderungen an der Facies symphysialis ossis pubis [aus MARTIN UND KNUßMANN, 1988]

Veränderungen der Spongiosastruktur des Femurkopfes

Hierbei werden Kriterien wie die Höhe der Markhöhlenkuppe, die Struktur, der Umbau und die Auflockerungen des Knochenbalkengefüges der Spongiosa, sowie die Höhlenbildung im Caput, Collum und Trochanter major herangezogen. Insgesamt werden wie folgt sechs morphologische Stadien (I bis VI) beschrieben. In **Stadium I** befindet sich die Markhöhlenkuppe tief unter dem Trochanter minor und das Knochenbalkengefüge ist sehr dicht.

Die Markhöhlenkuppe erreicht in **Stadium II** die untere Grenze des Trochanter minor und überschreitet diese auch. Im Collum sowie an der Grenze der Diaphyse und Epiphyse wird das Knochenleistengefüge des Fasciculus trochantericus und des Fasciculus arciformis schütterer.

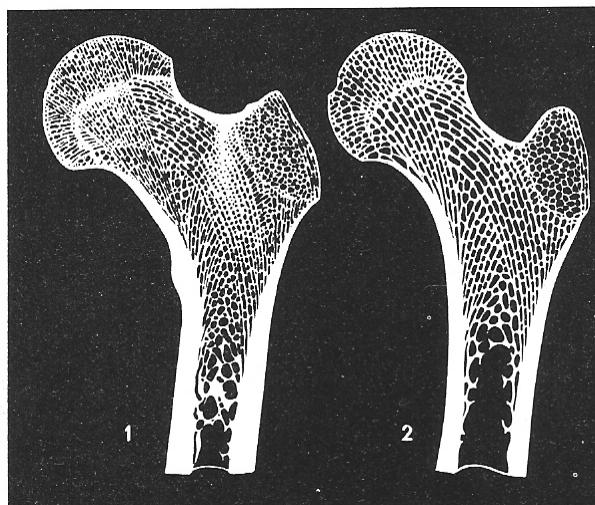


Abbildung 7: Spongiosastruktur des Femurkopfes.

Stadium I und II. [aus MARTIN UND KNUßMANN, 1988]

In **Stadium III** ragt die Markhöhlenkuppe über die obere Grenze des Trochanter minor hinaus. Im mittleren Teil des Collums entsteht eine etwa 5 bis 10 mm große Höhle. Es zeigt sich eine deutliche Auflockerung des Knochengefüges, vor allem an der Grenze von Diaphyse und Epiphyse sowie im Trochanter major.

Im **Stadium IV** ragt die Markhöhlenkuppe über die obere Grenze des Trochanter minor hinaus. Im Collum bildet sich eine 5 bis 10mm große Höhle. [Szilvássy, 1988]

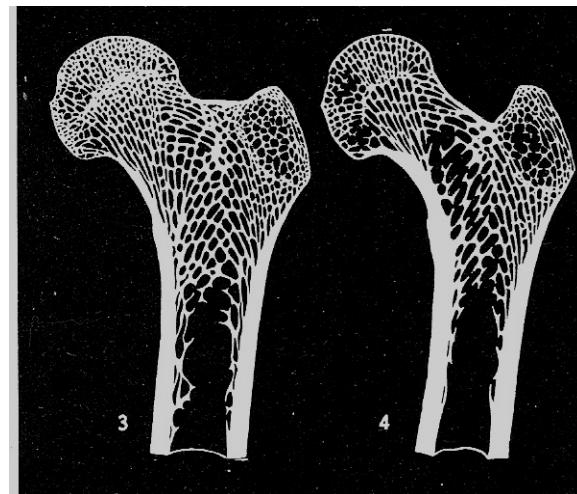


Abbildung 8: Spongiosastruktur des Femurkopfes. Stadium III und VI. [aus MARTIN UND KNUßMANN, 1988]

Stadium V ist geprägt durch eine circa 3 bis 5 mm große Höhle im Trochanter major, sowie durch Höhlenbildungen im Caput. Im Collum treten nur noch Überreste des Knochengefuges auf. Die Markhöhlenkuppe überragt den oberen Rand des Trochanter minor. Im letzten **Stadium VI** werden die Höhlen von Collum und Trochanter major immer größer. Die im mittleren Teil des Collums entstandene Höhle vereinigt sich schließlich durch die fortschreitende Auflockerung des Knochengefuges mit der Markhöhle. Die Corticalis ist dünn und die Knochenfläche atrophiert. [Szilvássy, 1988]

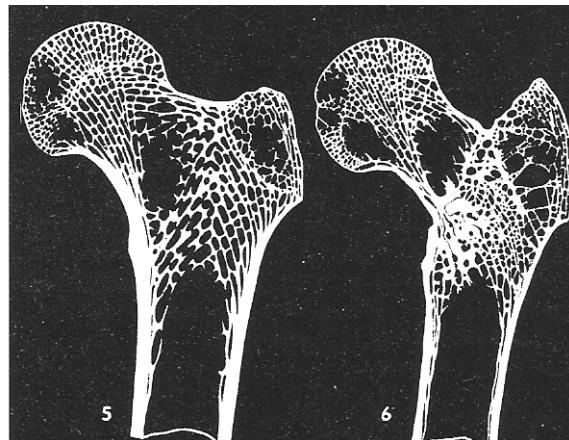


Abbildung 9: Spongiosastruktur des Femurkopfes. Stadium V und VI. [aus: MARTIN UND KNUßMANN, 1988]

Morphol. Stadien	n	\bar{x}	m	$s_{\bar{x}}$	V	Norm- grenzen ($\bar{x} \pm 3m$)
I	5	31,4			18–52	
II	16	44,0	2,60	10,4	19–61	36,2–51,8
III	45	52,6	1,86	12,5	23–72	47,0–58,2
IV	29	56,0	2,32	13,0	32–86	49,0–63,0
V	29	63,3	2,17	12,2	38–84	56,8–69,9
VI	18	67,8	3,64	15,3	25–85	56,9–78,7

Tabelle 3: Gruppenwerte des morphologischen Lebensalters für die sechs morphologischen Stadien der Spongiosastruktur am Femur. [aus MARTIN UND KNUßMANN, 1988]
(n= Individuenzahl, X= arithmetisches Mittelwert, m= mittlerer Fehler des Mittelwerts, s= Standardabweichung, V= Variationsbreite)

Veränderungen der Spongiosastruktur des Humeruskopfes

Die Höhe der Markhöhlenkuppe, die Struktur der Spongiosa, der Umbau und die Auflockerung des Knochenleistensystems, die Höhlenbildung im Tuberculum majus sowie die relative Dicke der Corticalis dienen hier zur Einteilung der nachfolgenden beschriebenen Stadien.

Das morphologische **Stadium I** ist geprägt durch eine tief unter dem Collum chirurgicum liegende Markhöhlenkuppe. Sobald die Markhöhlenkuppe in die Höhe des Collum chirurgicum oder darüber reicht, spricht man vom morphologischen **Stadium II**. Das Knochenleistensystem weist bereits schüttre Stellen auf. Im **Stadium III** kann die Markhöhlenkuppe bis zur Epiphysenlinie reichen. Das Knochenleistensystem ist über der Kuppel spitzbogenförmig.

Stadium IV weist eine Markhöhlenkuppe auf, die die Epiphysenlinie erreicht oder darüber hinausgeht. Das Knochenleistensystem lockert sich im Tuberculum majus. Eine erbsengroße Höhle im Tuberculum majus weist das morphologische **Stadium V** aus. Die Markhöhlenkuppe reicht über die Epiphysenlinie hinaus. Im letzten Stadium VI übertrifft der Durchmesser der Höhle, die sich im Tuberculum majus gebildet hat, 5mm. Das Knochengefüge lockert sich vollständig auf und ist stellenweise abgerissen. Die Markhöhlenkuppe verschmilzt mit der Höhle im Tuberculum majus. Die Corticalis wird zusehends dünner und die Knochenoberfläche zeigt das Bild einer Atrophie. [Szilvássy, 1988]

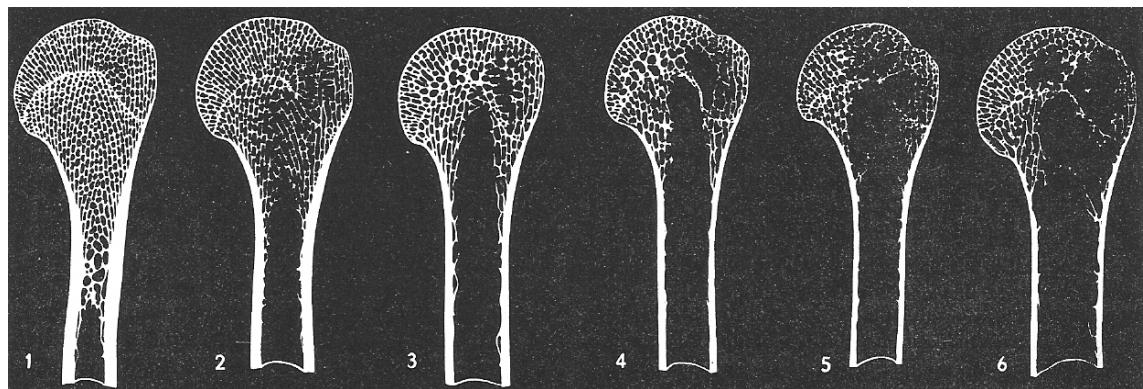


Abbildung 10: Die sechs Stadien der Spongiosastruktur des Humeruskopfes [aus: MARTIN UND KNUßMANN, 1988]

Morphol. Stadien	n	\bar{x}	m	s	V	Norm- grenzen ($\bar{x} \pm 3m$)
I	29	41,1	6,69	19,8	18–68	21,3–60,9
II	28	52,3	2,51	13,3	24–76	44,8–59,8
III	13	59,8	3,59	13,2	37–86	49,0–70,5
IV	68	56,0	1,84	15,1	19–79	50,5–61,6
V	30	61,0	2,05	11,3	40–84	54,9–67,2
VI	17	61,1	3,39	13,9	38–84	50,9–71,2

Tabelle 4: Gruppenwerte des chronologischen Lebensalters für die sechs morphologischen Stadien der Spongiosastruktur am Humerus. [aus: MARTIN UND KNUßMANN, 1988]

Kombinierte Methode der Altersbestimmung

Die kombinierte Methode der Altersdiagnose nach NEMESKERI, ASCADI UND HARSANY (1960) ist die makroskopische Methode mit der größten Verbreitung. Sie setzt sich aus der Berücksichtigung von vier Kriterien zusammen:

- I. Die Spongiosastruktur des Femurkopfes
- II. Die Spongiosastruktur des Humeruskopfes
- III. Der Obliterationsgrad der Schädelnähte
- IV. Die altersbedingten Veränderungen der Schambein – Symphyse

Die Beurteilung der Spongiosastruktur des Femur - und Humeruskopfes wurde bereits im vorherigen Abschnitt erläutert. Das Schema nach BROCA (1861) zur Ermittlung des Obliterationsgrades der Schädelnähte und die altersbedingte Veränderung der Schambeinsymphyse nach TODD (1920) werden im nachfolgenden Teil beschrieben.
[Szilvássy, 1988]

Obliterationsgrad der Schädelnähte

Der Grad des Nahtverschlusses am Schädel wird endokraniell bestimmt. Die fünf verschiedenen Stadien des Nahtverschlusses werden mit dem Schema nach Broca (1861) eingeteilt. Danach wird das morphologische Stadium mit der Tabelle verglichen und das ungefähre Alter geschätzt. [Szilvássy, 1988]

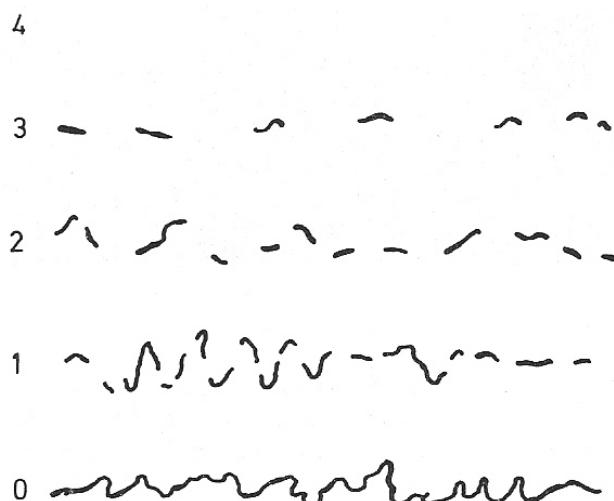


Abbildung 11: Stufen der Nahtobliteration [aus: MARTIN UND KNUßMANN, 1988]

Morphol. Stadien	n	\bar{x}	m	s	V	Norm- grenzen ($\bar{x} \pm 3m$)
I /0 -1,5/	16	28,6	3,28	13,1	19-59	18,8-38,4
II /1,6-2,5/	29	43,7	2,69	14,5	20-79	35,6-51,8
III/2,6-2,9/	17	49,1	3,98	16,4	25-84	37,2-61,0
IV/3,0-3,9/	162	60,0	1,63	13,2	20-89	56,9-63,1
V /4,0 /	61	65,4	1,78	14,1	25-89	60,1-70,7

Tabelle 5: Gruppenwerte des chronologischen Lebensalters für die fünf Stadien der Nahtobliteration am Schädel. [aus: MARTIN UND KNUßMANN, 1988]

Die altersbedingte Veränderung der Schambein – Symphyse

Wie auch schon Todd (1920) verwenden Nemeskéri et al. (1960) den Ausprägungsgrad der Wölbung und Leistenbildung der Symphysenfläche, die Kantenbildung in ventraler und dorsaler Richtung und die gegen die Rami auftretende Randbildung als Kriterien zur Umgrenzung der morphologischen Stadien. Im Folgenden werden die fünf Stadien der Facies symphysialis, wie sie für die kombinierte Methode verwendet werden, beschrieben.

In **Stadium I** weist die Oberfläche der Facies symphysialis eine ausgeprägte Rippung und Furchung auf. Die gerippte Oberfläche bildet sich im **Stadium II** immer mehr zurück und wird zunehmend glatter. Die Leisten werden flacher und die Furchen seichter. Ventral und dorsal entstehen Kanten und eine Begrenzung gegen die Rami. In **Stadium III** ist die ursprüngliche Oberflächenstruktur nur noch wenig vorhanden. Am dorsalen und ventralen Rand bildet sich eine zusammenhängende Kante. Die Grenze gegen die Rami ist schärfer. Die Facies symphysialis ist in **Stadium IV** glatt geworden. Die Kante über den ventralen und dorsalen Rand ist scharf ausgebildet. In Richtung des Ramus ossis ischii wird die Oberfläche von einer leistenförmigen Crista begrenzt. Im letzten **Stadium V** ist die Oberfläche völlig geglättet. Sie ist zum Teil konkav eingesunken und geschrumpft. Die dorsalen und ventralen Abschlüsse erheben sich kammartig über die Oberfläche.

[Szilvássy, 1988]

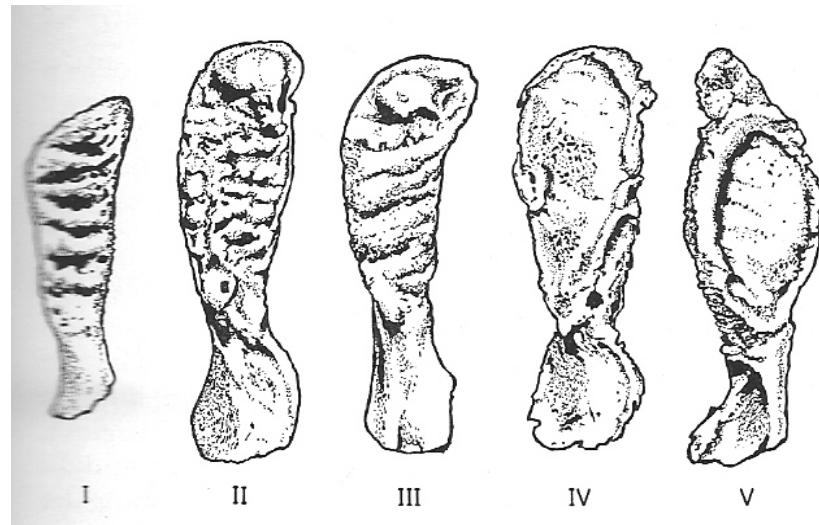


Abbildung 12: Die fünf Stadien der Facies symphysialis. [aus: MARTIN UND KNUßMANN, 1988].

Morphol. Stadien	n	\bar{x}	m	s	V	Norm- grenzen ($\bar{x} \pm 3m$)
I	4	26,3			18–45	
II	38	46,5	1,76	11,5	23–69	41,2–51,7
III	45	51,1	1,62	10,9	25–76	45,8–56,3
IV	35	58,1	2,16	11,5	24–81	51,7–64,6
V	22	68,5	2,53	11,9	41–86	61,0–76,1

Tabelle 6: Gruppenwerte des chronologischen Lebensalters für die fünf Entwicklungsstadien des Reliefs der Facies symphysialis ossis pubis [aus: MARTIN UND KNUßMANN, 1988]

Kombination der Befunde

Hat man alle vier Methoden der kombinierten Sterbealtersbestimmung angewandt, also den Obliterationskoeffizienten der ektokranialen Schädelnähte und die morphologischen Stadien der Femur und Humerus – Epiphysen sowie der *Facies symphysialis ossis pubis* bestimmt, kann für jeden der Befunde das Sterbealter berechnet und aus den entsprechenden Tabellen (siehe o.g. Tabellen) abgelesen werden. [Szilvássy, 1988]

Den Anfang der Berechnung bildet für NEMESKÉRI ET AL. (1960) der Befund der Schambein – Symphyse. Das morphologische Stadium der *Facies symphysialis* bietet einen Richtwert dafür, ob das Sterbealter eines Individuums bei etwa 50 Jahren oder weit darunter oder darüber liegt. [Szilvássy, 1988]

Die Berechnung des Sterbealters durch die Kombination der Befunde soll nun anhand eines Beispiels erklärt werden.

Der morphologische Befund der Symphysenfläche eines menschlichen Skelettes entspricht beispielsweise dem beschriebenen Stadium III. Also liegt das mittlere Lebensalter nach Tabelle 6 bei 51,1 Jahren. Da das Alter bei etwa 50 Jahren liegt, werden auch für den Obliterationskoeffizienten der endokranialen Schädelnähte und die morphologischen Stadien der Femur - und Humerusepiphysen die betreffenden Mittelwerte des Lebensalters mitberechnet. Die Summe dieser Mittelwerte durch vier dividiert ergibt das geschätzte Lebensalter des Individuums. [Szilvássy, 1988]

Wenn das Bild der Symphysenfläche einem morphologischen Stadium I oder II entspricht, nach Tabelle 6 also einem mittleren Sterbealter unter 50 Jahren, so nimmt man bei allen vier Merkmalsregionen jeweils die unteren Grenzwerte der Normverteilung, also $x-3m$, anstatt das mittlere Lebensalter zur Addition. Entsprechend wird auch bei einem Symphysenstadium IV oder V vorgegangen. Hier liegt das Lebensalter über 50 Jahren. Es werden die Grenzwerte der oberen Normverteilung, also $x+3m$, zur Addition verwendet. [Szilvássy, 1988]

SJOVOLD (1975) bietet Tabellen zur Erleichterung des Rechenvorganges bei der kombinierten Methode an. Der praktische Vorteil dieser Tabellen besteht darin, dass auch bei Fehlen eines Merkmals direkt das individuelle Lebensalter abgelesen werden kann. [Szilvássy, 1988]

2.2 Mikroskopische Sterbealtersbestimmung

Neben einer Reihe von makromorphologischen Methoden gibt es zur Ermittlung des Sterbealters mikroskopische Methoden: die mikroskopische Sterbealtersbestimmung im Zement der Zähne lässt Altersangaben anhand des Auszählens von Zahnzementringen zu. Die histomorphometrische Sterbealtersdiagnose am Knochen basiert auf altersabhängigen Veränderungen im mikrostrukturellen Aufbau der Kompakta.

2.2.1 Sterbealtersbestimmung anhand der Zahnzementringe

Um das kalendarische Sterbealter erwachsener Individuen zu ermitteln, gibt es die Möglichkeit der Auszählung der jährlichen Zuwachsringe im Zahnzement. [GRUPE ET AL., 2005]

Diese histologische Methode der Sterbealtersbestimmung wird TCA („tooth-cementum-annulation“), also Zahnzementanalyse genannt. Nach dem Prinzip der Zählung der Baumjahresringe werden die jährlichen Zuwachsringe im Zahnzement ermittelt. Im praktischen Teil meiner Arbeit wird eine Zahnzementanalyse an 6 Zahndünnschliffen durchgeführt, wobei die benötigten Schritte zur Herstellung der mikroskopischen Präparate und der weiteren Analyse genau beschrieben werden. Im folgenden Abschnitt soll ein theoretischer Hintergrund zur Zahnzementanalyse gegeben werden.

Das Zahnzement hat sowohl in seinem Aufbau, als auch in seiner chemischen Zusammensetzung eine starke Ähnlichkeit mit dem Knochengewebe.

Die Entstehung des Zahnzements erfolgt teils während der Wurzelbildung und teils während und nach Abschluss des Zahndurchbruches und wird später zeitlebens gebildet. Voraussetzung dafür ist ein funktionsfähiges Desmodont. Das Wurzelzement überzieht das gesamte Wurzeldentin, ausgehend von der Schmelz – Zement - Grenze bis zur Wurzelspitze. Im zervikalen Drittel der Wurzelloberfläche aller Zähne befindet sich das azelluläre Fremdfaserzement.

Die hier vorhandene Faserstruktur, welche aus den Sharpeyschen Fasern besteht, verläuft senkrecht zur Dentinoberfläche. Die kollagenen Fibrillen und Fasern sind gleichmäßig angeordnet und sehr dicht gepackt. Die parallel zur Zementoberfläche ausgerichteten Linien, die die Ruhephasen zwischen zwei Zementbildungsperioden darstellen, unterbrechen dieses Bild. Diese Anlagerungs- oder Wachstumslinien verkörpern die schubweise Neubildung von Zementschichten und sie nehmen mit dem Alter zu. Sie bestehen aus abwechselnd hellen und dunklen Bändern und können sehr

eng aneinander liegen. Die wechselnde Helligkeit entsteht wahrscheinlich durch saisonale Einflüsse wie UV-Strahlung, Klima, unterschiedliche Nahrungsmittelqualität und hormonellen Status. [KAGERER UND GRUPE, 2000; SCHROEDER, 1992; SCHUHMACHER UND SCHMIDT, 1983]

Jeder Zuwachsring entspricht einer Doppelbande aus je einem hellen, schwach mineralisierten, und einem dunkleren, stark mineralisierten Ring. Mit Hilfe der Trenndünnschlifftechnik kann ein histologischer Querschnitt der Zahnwurzel erstellt werden. An diesem Querschnitt wird die deutlich untermineralisierte Durchtrittslinie, welche während der raschen Durchtrittsbewegungen des Zahnes aus dem Kiefer ausgebildet wird, mikroskopisch aufgesucht. Nun müssen die Zementringe abgezählt werden und das individuelle mittlere Zahndurchbruchsalter des Zahntypus addiert werden. Daraus ergibt sich das Sterbealter des Individuums.

Die Zahnzementanalyse als Mittel zur Altersbestimmung ist mit einer Genauigkeit von etwa +/- 2,5 Jahren gegeben. Das Phänomen des „Doublings“ tritt zu einem sehr geringen Prozentsatz auf. Hier bildet das Zahnzement eines Individuums statt einem Doppelring pro Jahr zwei Doppelringe. In einem solchen Fall würde das Sterbealter also als doppelt so groß wie das eigentliche Alter geschätzt werden. [GRUPE ET AL., 2005]

Seit den 1960er Jahren werden die Ringstrukturen des Zahnzements von Wildbiologen für die Altersdiagnose an Wildtieren benutzt. STOTT ET AL (1982) waren die ersten, die diese Methode anhand einer kleinen Probe von menschlichen Zähnen testeten. CHARLES ET AL (1986) sowie CONDON ET AL. (1986) erstellten Studien zur Genauigkeit der Methode und evaluieren Beobachtungsfehler. GROßKOPF (1990) war die erste, die die Zahnzementanalyse für eine viel versprechende Möglichkeit der Altersdiagnose an bodengelagerten Zähnen hieß. Sie bezog in ihre Untersuchung neben 36 frisch extrahierten Zähnen auch 66 bodengelagerte Zähne aus unterschiedlichen Liegemilieus und Liegezeiten mit ein. Daraufhin folgten weitere Publikationen von Autoren wie KAGERER UND GRUPE (2000) und WITTWER – BACKOFEN ET AL. (2002).

2.2.2 Histomorphometrische Sterbealtersdiagnosen am Femur

Der mikrostrukturelle Aufbau der Knochenkompakta unterliegt ständigen, altersabhängigen Veränderungen und Umbauvorgängen. Die Anzahl der Osteone nimmt zum Beispiel im jungen Erwachsenenalter zu Lasten der Generallamellen zu. Mit zunehmendem Alter führt der ständige Knochenumbau auch dazu, dass die Osteone immer dichter gepackt werden, einander überlagern, umgebaut bzw. abgebaut werden und zahlreiche Fragmente alter Osteone bestehen bleiben.

Der quantitative, altersbedingte Mineralverlust im Knochen hat zur Folge, dass so genannte Resorptionshöhlen entstehen und sich auch die Havers – Kanäle erweitern. Diese Strukturveränderungen und Umbauvorgänge macht sich die Histomorphometrie zu Nutze. [GRUPE ET AL., 2005]

Um die histomorphometrische Sterbealtersanalyse durchführen zu können, werden oberflächengefärbte Dünnschliffe von Femurproben angefertigt. An den Dünnschliffen werden Untersuchungsareale ausgewählt, in denen die vorher definierten Mikrostrukturen ausgezählt werden. Die zu zählenden Mikrostrukturen sind sekundäre Osteone, Typ II Osteone, Fragmente, Resorptionsorte und die Nicht - Haversschen Kanäle.

Anhand der histomorphometrischen Auswertung der Kompaktaorganisation kann eine Sterbealtersbestimmung mit einem Fehler von +/- 6 bis 7 Jahren durchgeführt werden. Dies ermöglicht in der Praxis trotzdem nur eine Alterseinteilung der Individuen in Altersgruppen, die mehr als zehn Jahre umfassen. [GRUPE ET AL., 2005]

Eine der ersten Arbeiten auf dem Gebiet der histomorphometrischen Sterbealtersbestimmung stammt von KERLEY (1965). Später folgten unter anderem STOUT UND GEHLERT (1982), ALQVIST UND DAMSTEN (1969), SINGH UND GUNBERG (1970), THOMPSON (1979) sowie ERICKSEN (1991).

Laut TANGL (1997), der Untersuchungen an der Abteilung für Biomaterial und Stützgewebeforschung anstellte, haben alle Verfahren zur histomorphometrischen Sterbealtersdiagnose am Knochengewebe gemeinsame Charakteristika:

- § „Die Auswertung erfolgt auf Arealen von definierter Form, Größe und anatomischer Lokalisation in dem mikroskopischen Präparat.
- § In diesen Untersuchungsfeldern werden Klassen von histologischen Mikrostrukturen gezählt, deren Häufigkeit nachweislich mit dem Lebensalter abnimmt (negative Korrelation) oder zunimmt (positive Korrelation). Zur ersten

Klasse gehören z.B. primäre Osteone, zur zweiten sekundäre Osteone und Schaltlamellen. Weiters wird der Prozentsatz der Fläche des Untersuchungsareals ermittelt, der jeweils von diesen Strukturen eingenommen wird.

§ *Die so erhaltenen Ergebnisse dienen zur Konstruktion von Regressionsgleichungen zur Errechnung des Sterbealters.“* [TANGL, 1990: 18]

In seiner Diplomarbeit stellt er eine Reihe von Publikationen zum Thema der histologischen Sterbealtersbestimmung vor und führt eine kritische Überprüfung des Verfahrens nach ERICKSEN (1991) durch. Es wurde die Reproduzierbarkeit des Verfahrens getestet, die Vor - und Nachteile untersucht und anschließend Kriterien für eine optimierte histomorphometrische Sterbealtersbestimmungsmethode aufgezählt.

Bei diesen Kriterien spielt auch die Wahl der Stichprobe eine Rolle. So sollte eine Stichprobe etwa 100 Individuen im Alter von 15 bis 95 Lebensjahren umfassen. Männer und Frauen sollten in gleicher Anzahl vorhanden sein.

Zusatzinformationen über die körperliche Beschaffenheit und physischen Belastungen der zu untersuchenden Individuen sind wichtig für die richtige Interpretation der Ergebnisse. Notwendig ist eine Oberflächenfärbung der Dünnschliffe, eine eindeutige Definition der Mikrostrukturen sowie die Wahl der passenden Mikroskopvergrößerung. Die Größe der Untersuchungsareale müsste deutlich größer sein als bei den bisherigen Studien, wobei alle Regionen der Querschnittsfläche herangezogen werden sollten. Optimale Regressionen verbessern die Genauigkeit der Sterbealtersbestimmung, es sollten spezifische Regressionsgleichungen für die unterschiedlichen Regionen des Femurquerschnittes entwickelt werden.

[TANGL, 1997]

3 Material

Insgesamt standen 12 menschliche Ober – und Unterkiefer von bodengelagerten Individuen für die vorliegende Arbeit zur Verfügung. Das Material stammt aus dem awarenzeitlich - frühmittelalterlichen (7.-8.Jhdt) Gräberfeld Csokorgasse in Wien.

3.1 Die Awaren – geschichtlicher Überblick

Die Awaren waren ein gemischtes Volk mit mongoliden und europiden Einflüssen, das ursprünglich aus Zentralasien stammte. Ursprünglich lebten sie als Nomaden, entwickelten sich später aber zu Viehzüchtern und Ackerbauern. Die Awaren wurden wahrscheinlich im 6.Jahrhundert durch eine Expansion der Türken bedrängt und wanderten ab 552 n. Chr. nach Westen ab. Um 568 n. Chr. zogen die Awaren ins Karpatenbecken ein, um den Langobarden, die von den ungarischen Gepiden bedrängt wurden, Waffenunterstützung zu geben. Der Awarenkagan Baian verkaufte seine Hilfe gegen die Hälfte des gesamten langobardischen Viehbestandes und des gesamten Gebietes der Gepiden. Die Gepiden wurden von den Awaren und den Langobarden besiegt und so begann die Besiedlung des Karpatenbeckens durch das awarische Volk. Die Langobarden zogen in der Folge nach Italien ab, wahrscheinlich fühlten sie sich von der Nähe der Awaren im Laufe der Zeit doch bedroht.

Damit begann im 6.Jhdt die 250jährige Alleinherrschaft der Awaren in Pannonien, mit einem Herrschaftsgebiet von der Wolga bis zur Ostsee. Unter ihrem Herrscher Baian Khan waren sie wahrscheinlich die stärkste Macht Europas, die ihr endgültiges Ende erst unter Karl dem Großen fand. [DAIM, 1976 und 1977, www.wien-vienna/voelker.htm]

Weite Teile Österreichs zählten im 7.und 8. Jahrhundert zum awarischen Reich, wie zahlreiche Funde in Niederösterreich und Wien belegen. Im heutigen Wiener Südwestfriedhof wurde das am frühesten zu datierende Grab gefunden. Es kann noch der Frühawarenzeit (vor 650 n. Chr.) zugerechnet werden. Von 650 – 700 n.Ch. ist bereits ein lockerer Siedlungsbau nachzuweisen. Das Gräberfeld Mödling – *Goldene Stiege* repräsentiert vor allem die bäuerliche Bevölkerung des awarischen Hinterlandes. Zu den Fundorten in Niederösterreich zählen unter anderem noch Bad Deutsch - Altenburg, Eggenburg, Leobersdorf so wie Mistelbach an der Zaya. In Wien wurden neben der

Csokorgasse auch Gräberfelder in Liesing und Unter – St.Veit freigelegt. [DAIM, 1976 und 1977]

3.2 Das Gräberfeld Csokorgasse

In den 70er Jahren wurde das awarenzeitlich – frühmittelalterliche (7.-8.Jhdt) Gräberfeld Csokorgasse im 11. Wiener Gemeindebezirk im Zuge von Straßenbauarbeiten entdeckt. Die anthropologische Bearbeitung des Skelettmaterials erfolgte durch GROßSCHMIDT (1990). Die damaligen Untersuchungen und Bearbeitungen des Materials enthielten unter anderem auch morphologische Alters - und Geschlechtsdiagnosen der Individuen.

Die Zähne für die vorliegende Arbeit wurden aus diesem Material nach Alter und Geschlecht ausgewählt. Für jedes Geschlecht wurden je 2 Individuen aus den Sterbaltersklassen Adult, Matur und Senil ausgesucht. Die Grabnummer wurde durch eine zusätzliche Präparatnummer ergänzt. Nachfolgende Tabelle 6 zeigt die Auflistung des verwendeten Materials.

Grab Nr.	Präparat Nr.	Material	m/w	Altersklasse
6480	4929	Prämolar 34	w	senil
259	4930	Prämolar 35	w	senil
470	4931	Prämolar 45	w	matur (früh-)
677	4932	Prämolar 35	w	matur (früh-)
98	4933	Prämolar 35	w	adult (früh-)
528	4934	Prämolar 35	w	adult (früh-)
632	4935	Prämolar 35	m	senil
614	4936	Prämolar 44	m	senil (früh-)
57	4937	Prämolar 35	m	matur
548	4938	Prämolar 34	m	matur
593	4939	Prämolar 35	m	adult (spät-)
613	4940	Prämolar 34	m	adult (früh-)

Tabelle 7: Materialliste

Es wurden nur Prämolaren aus dem Unterkiefer verwendet, um eine möglichst genaue Vergleichsbasis zu erhalten. Präparat 4931 und 4936 waren die einzigen Prämolaren die

nicht aus der linken Unterkieferhälfte entnommen werden konnten, sie stammen aus der rechten. Von den insgesamt 12 Zähnen wurden pro Zahn je zwei Dünnschliffe angefertigt.

4 Methode

4.1 Dokumentation

Im Vorfeld der Untersuchung wurden alle Unterkiefer in der Aufsicht fotografiert. Danach wurden die für die Untersuchung verwendeten Prämolaren gezogen und jeweils auf einem eigenen Datenblatt vermerkt. Es folgten nochmalige Fotografien von jedem einzelnen Zahn von buccal und lingual. Die Fotografien wurden mit einer Nikon™ Coolpix 990 Digitalkamera am Reprostand angefertigt.

Die röntgenologische Dokumentation der Einzelzähne erfolgte mit dem HP Faxitron Röntgenapparat Cabinet X-Ray System™ unter Verwendung des Röntgenfilms MXB (18x24)¹ von KODAK™, bei 45KV und einer Dauer von 1 Sekunde. Die Entwicklung der Röntgenbilder erfolgte in einem Entwicklungsgerät² das die gewünschte Temperatur garantiert einstellt und beibehält.

4.2 Histologische Präparation

Die histologische Präparation erfolgte selbstständig, unter Anleitung der Medizinisch – Technischen Assistentin Beatrix Wallner, an der Abteilung für Hard Tissue Research, des Zentrums für Anatomie und Zellbiologie (Medizinische Universität Wien). Für die Herstellung der Zahndünnschliffe wurde nach der von PLENK (1989) beschriebenen Methode vorgegangen. Durch folgende Arbeitsschritte wurden die benötigten Zahndünnschliffe hergestellt: Entwässerung, Einbettung und das Trenn-Dünnschliffverfahren.

¹ Röntgenfilm KODAK MXB 18x24, Röntgenpartner Office 3390 Melk, Österreich

² NOVA Darkroom Equipment, Firma TETENAL Vertriebsgesellschaft, 22844 Norderstedt, Deutschland

Entwässerung

Die einzelnen Prämolaren wurden zur Entwässerung in einem speziellen Einbettautomaten, einer Histokinette³, eingelegt. Entwässert wurde in einer aufsteigenden Alkoholreihe (96% und 100%) mit einer Dauer von je 24 Stunden. Danach wurden die Zähne für 12 Stunden in ein 1:1 - Gemisch aus 100%igem Äthylalkohol und Azeton eingelegt. Weiters folgte eine nochmalige Einbringung der Zähne in 100%igen Alkohol für 48 Stunden. Diese Arbeitsschritte zur stufenweisen Entwässerung waren notwendig um das Material auf die Einbettung in das hydrophobe Kunstharz Methylmetacrylat vorzubereiten. Danach wurde das Material für zwei Tage in ein 1mal gebrauchtes Methylmetacrylat eingelegt. Zum Schluss erfolgte eine 2tägige Einbettung in reines Methylmetacrylat.



**Abbildung 13: Histokinette - SHANDON
Elliot**

Einbettung

Die entwässerten und mit Methylmetacrylat durchtränkten Zähne wurden in einen kleinen Glasbehälter mit „Twist off“ Verschluss und einem vorpolymerisierten, ebenen Boden gelegt und mit einer Harzmischung übergossen. Die Harzmischung bestand aus 100ml Nonylphenyl-polyethylenglycol⁴ (Weichmacher), 15g getrocknetes Benzoylperoxid⁵

³ SHANDON Elliot, Firma Sanitas, 5020 Salzburg, Österreich

⁴ Sigma-Aldrich, Wien, Österreich,

⁵ Merck-Schuchardt, Hohenbrunn bei München, Deutschland

(Beschleuniger) und 800ml Methylmetacrylat⁶. Die Mischung war zur besseren Haltbarkeit eingefroren worden und musste zur Verwendung wieder auf Zimmertemperatur gebracht werden. Vor der Benutzung muss die Mischung gut gerührt werden. Die Harzmischung wurde über den Zahn gegossen, das Glas zu etwa 2/3 Drittel gefüllt. Die Polymerisation erfolgte im thermostatkontrollierten Wasserbad bei 30°C. Das Wasserbad dient nicht nur dazu, um der Polymerisation den Anstoß zu geben, sondern gleichzeitig auch der Kühlung, da die Polymerisation ein stark exothermer Vorgang ist. Nach etwa 7 Tagen wurden die Gläser mit den auspolymerisierten Kunstharzblöcken bei ca.60°C für 30 Minuten in den Brutschrank gestellt. Danach kamen sie für eine Stunde in den Tiefkühler, um das Zerschlagen der Glasgefäße zu erleichtern. Schlussendlich wurden die Gläser mit einem Gummihammer zerschlagen und so die Kunstharzblöcke freigelegt.



Abbildung 14: Polymerisierter Präparatblock Nr.4938

Trenn - Dünnschliff – Technik

Um Hartgewebestrukturen möglichst gut zu erhalten und zelluläre Details genau darzustellen, wird das Trenn – Dünnschliff – Verfahren angewandt. Voraussetzung dafür ist, wie oben beschrieben, eine optimale Einbettung in geeignete Kunstharze. Das Verfahren der Trenn – Dünnschliff – Technik stammt aus der Mineralogie und Metallurgie und wird an der hiesigen Abteilung als Standardverfahren angewandt.

⁶ Merck-Schuchardt, Hohenbrunn bei München, Deutschland

Die zylinderförmigen Präparatblöcke wurden zunächst mit Hilfe einer Bandsäge⁷ zurechtgeschnitten, um in die Halterung einer wassergekühlten Niedertour – Minikreissäge⁸ eingespannt zu werden. Als Sägeblatt wurde eine 350µm dicke, mit Diamanten besetzte Trennscheibe⁹ verwendet. Zur Erleichterung des Schneidevorgangs wurde ein Tropfen herkömmliches Haushaltsspülmittel in das Wasserbecken der Säge hinzugefügt. Der Kunstharzblock wurde zunächst etwa im oberen Drittel der Zahnwurzel durchgeschnitten. Der abgesägte Teil des Blockes wurde mit der Präparatnummer beschriftet und aufbewahrt. Der in der Halterung eingeklemmte Präparatblock wurde folgendermaßen weiter bearbeitet:

Die entstandenen Sägespuren wurden händisch und mit Hilfe einer Poliermaschine,¹⁰ mit einem 1200er Nassschleifpapier und 1,0µ Aluminiumoxidpulver¹¹ von der Oberfläche entfernt.



**Abbildung 15: wassergekühlte Niedertour-
Minikreissäge Isomet™**

Zum Schluss erfolgte eine Hochglanzpolitur mit Hilfe eines nassen Textilträgers aus Samt mit 0,3µ - Aluminiumoxidpulver¹². Die polierte Anschnittfläche und der nun benötigte histologische Objektträger aus Plexiglas wurde mit 96%igem Alkohol gereinigt. Der

⁷ EMCO Swing, Profi Heimwerkermaschinen Ges.m.b.H, 5082 Grödig, Österreich

⁸ Buehler Ltd., Isomet™, Low Speed Saw, Lake Bluff, Illinois, USA.

⁹ Buehler Ltd., diamond wafering blade/series 15LC Diamond, Illinois, USA.

¹⁰ Buehler Ltd., PHOENIX BETA™, Grinder/ Polisher Illinois, USA.

¹¹ Buehler Ltd., Micropolish™, C1.0 Micron Alpha Alumina, Illinois, USA.

¹² Buehler Ltd., Micropolish™, A 0.3 Micron Alpha Alumina, Illinois, USA.

Plexiglasträger wurde mit Cyanoacrylatkleber¹³ am Präparatblock aufgeklebt und mit einem Gewicht beschwert, um Blasenbildung zu vermeiden. Nach etwa 20 Minuten Trockenzeit war der Präparatblock bereit für die weiteren Verarbeitungsschritte. Der nun an dem Objektträger klebende Präparatblock wurde zunächst wieder in die Niedertourkreissäge eingespannt und zwar in der exakt gleichen Orientierung zum Sägeblatt wie zuvor. Dann wurde eine etwa 500µm dicke Scheibe mit dem daran klebenden Objektträger abgetrennt. Zur Identifizierung der Schnitte wurde auf die Rückseite des Objektträgers die Präparationsnummer eingraviert. Danach wurde das EXAKT – Mikroschleifsystem¹⁴ verwendet, um für die 500µm dicke Scheibe die gewünschte Dicke von 100µm zu erreichen. Dafür wurde zuerst das gekörnte 1000er¹⁵ Nassschleifpapier und dem folgend das 4000er¹⁶ verwendet.



Abbildung 16: EXAKT - Mikroschleifsystem™

Zum Schluss wurde der Dünnschliff auf einer Minipoliermaschine¹⁷ mit 0,3µ Korundpulver auf Hochglanz poliert. Dieser Technik folgend wurden nun von jedem Präparatblock zwei solcher Dünnschliffpräparate angefertigt.

¹³ Pronto™, CA8, 3M, St.Paul, MN, USA.

¹⁴ EXAKT – Apparatebau, Norderstedt, Deutschland

¹⁵ Struers SIC Papers

¹⁶ Struers SIC Papers

¹⁷ Buehler LTD., MINIMET™, Polisher und A 0.3 Micron Alpha Alumina, Illinois, USA.

4.3 Computergestützte Auswertung der histologischen Dünnschliffe

Die Dünnschliffe wurden mit dem NikonTM - Mikroskopsystem Microphot – FXA begutachtet (Plan Apo 4/ 0,20 und Plan Apo 10/ 0,45) und nach dem Erhaltungszustand ausgewählt. Aus den Sterbealtersgruppen Adultus, Maturus und Senilis wurde pro Geschlecht ein Dünnschliff verwendet. Insgesamt wurden 6 Dünnschliffe für die weitere Bearbeitung und die Auswertung am Computer verwendet. Die übrigen Dünnschliffe dienten als Reserve.

An jedem Dünnschliff wurde das jeweilige Gesichtsfeld der Region mit dem NikonTM - Mikroskopsystem Microphot – FXA und Objektiv Plan 50 (0,85 Oil), mit verstellbarer Apertur (0,5-0,85) und mit Hilfe der Digitalkamera Progress C14¹⁸ auf einen PC - Intel Pentium 4 (1,8 GHz, 1Gb Ram) in Adobe Photoshop CS 8.0.1¹⁹ übertragen.

In Erweiterung zu B. GROßKOPF (1990), die an den Dünnschliffen die jeweils „schönste“ Region mit den am besten sichtbaren Ringstrukturen zur Auszählung der Zementlinien suchte, wurden in meiner Arbeit zusätzlich Auszählungen an 4 bestimmten, definierten Regionen pro Zahndünnschliff vorgenommen. Die Auszählung erfolgte je nach Erhaltungszustand der Zementlinien im buccalen, lingualen, mesialen und/oder distalen Gesichtsfeld.

Durch den Menüpunkt „Datei – Importieren“ konnte das Bild vom Mikroskop auf den PC übertragen werden. Sobald die richtige Einstellung und Schärfe des Online – Bildes gefunden wurde, konnte mit Hilfe der Funktion „catchen“ das Bild auf dem Computerbildschirm²⁰ fixiert werden. Nach Benennung und Speicherung der Datei wurde mit der Bearbeitung der Bilder begonnen. Die Benennung der Dateien erfolgte zum Beispiel auf folgende Weise: 4929_1_lin_1

4929_1_lin_1 stellt die Präparatnummer dar.

4929_1_lin_1 stellt die Nummer des Dünnschliffes dar

4929_1_lin_1 stellt den Bereich der Auszählung dar, lin (lingual), buc (buccal), mes (mesial), dis (distal)

¹⁸ Jenoptik, Laser Optik Systeme GmbH, 85386 Eching, München, Deutschland

¹⁹ Adobe Systems Incorporated, 345 Park Avenue, San Jose, CA 95110-2704

²⁰ Bildschirme NOKIATM Display Products, Finland.

4929_1_lin_1 stellt den inneren (1) bzw. äußeren (2) oder beide Auszählbereiche gemeinsam (12) dar

Die Speicherung erfolgte mit 3900x3090 Pixel, bei 72 Pixeln pro Zoll, als TIFF Bild und mit allen offenen Ebenen. Der Vorteil liegt darin, dass jede einzelne Ebene mit den erfolgten Arbeitsschritten überprüfbar und abrufbar ist und, dass die volle Auflösung ohne Bildkompressionsverfahren gewährleistet ist. Der einzige Nachteil liegt in der dadurch entstehenden Dateigröße die bei einem einzelnen Gesichtsfeld bis zu 245 MB betragen kann.

Durch den Befehl „Ebene duplizieren“ wurde eine Hintergrundkopie in einer neuen Ebene erstellt. Diese Ebene wurde „dots“ genannt. Unter „Bild – Anpassen – Gradationskurve“ wurden die Kontraste für die Betrachtung am Bildschirm (2x NOKIA™, 21“, 445) angehoben. Im Menüpunkt „Filter – Scharfzeichnen – unscharf maskieren“ (192 % Stärke; 41,3 Pixel Radius; 0 Stufen Schwellenwert) wurde die Schärfe des Bildes verstärkt, um die Linien besser sichtbar zu machen.

Nach dem Aufsuchen der Zahndurchbruchslinie wurden die Zementlinien von der Dentin-Zementgrenze beginnend nach außen gezählt. Aus praktischen Gründen wurden die dunklen Linien gezählt, da diese eine bessere Sichtbarkeit gegenüber den hellen Linien aufwiesen. Pro Aufnahme wurden 2 Zählungen durchgeführt. Bei der ersten Zählung wurde je ein roter Punkt pro Zementlinie mit Hilfe des Werkzeuges – „Pinsel“, gesetzt. Bei der zweiten Messung wurden die roten Linien aus dem sichtbaren Bereich verschoben, um die intra - individuelle Messgenauigkeit nicht zu beeinflussen, und gelbe Punkte zur zweiten Zählung der Linien verwendet. Auf Grund des Erhaltungszustandes bzw. der Bildqualität konnten die Punkte nicht immer linear über die gesamte Zählstrecke gesetzt werden und deshalb kann es zu Versetzungen der Punktlinie kommen (siehe Abb.17)

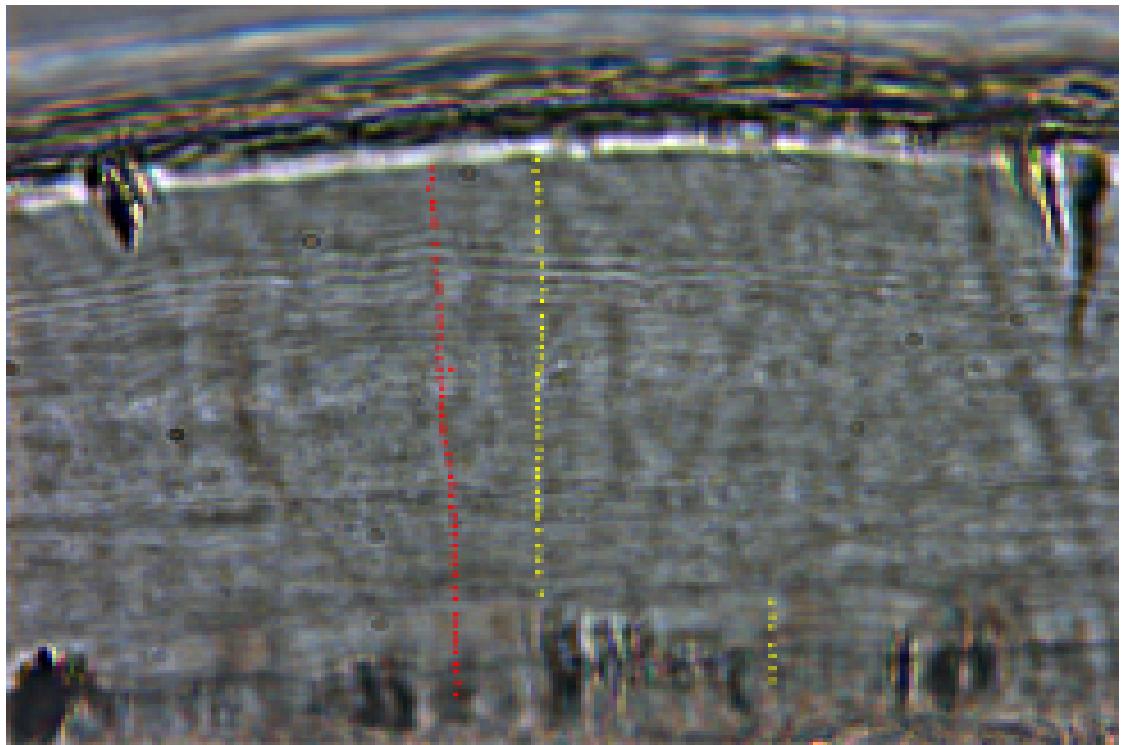


Abbildung 17: Versetzung der Punktlinie (Präparat 4929_1_buc_1) im unteren Bereich nach rechts

Da der Außenbereich des Zahnzements wegen der Größe der Messfläche meist nicht zusammen mit dem Innenbereich des Zahnzements auf ein einziges Bild passte, wurden pro Region 2 Bilder angefertigt. Bei der Benennung wurde der innere Bereich der Bilder als 1 und der äußere als 2 bezeichnet.

Die Zählungen, die Sterbealtersberechnungen und weitere Ergebnisse werden im folgendem Kapitel 5 vorgestellt, zusammengefasst und diskutiert.

5 Ergebnisse mit Diskussion

Die Ergebnisse der beiden Zählungen wurden in eine EXCEL²¹ Tabelle (siehe Tabelle 8, Seite 37) eingetragen. Zu der Anzahl der Zuwachsringe wurde das jeweilige geschlechtsspezifische Zahndurchbruchsalter, das je nach Zahntyp variiert, aus den Tabellen von Leopold (1998) ermittelt und addiert. Aus den erhaltenen Sterbealtersdaten wurden der Mittelwert sowie die Standardabweichung berechnet.

Das makroskopische Sterbealter der Individuen wurde von GROSCHMIDT (1990) mit Hilfe der Empfehlungen von FEREMBACH ET AL (1979) und mit der kombinierten Methode von ASCADI und NEMESKERI (1970) und von NEMESKERI, HARSANY ET AL (1960) ermittelt. Das Sterbealter erwachsener Individuen wurde neben anderen Bestimmungsmethoden mit dem Abrasionsschema nach MILES (1963) bzw. BROTHWELL (1981) und den Schemata zum ekto - und endokranialen Obliterationszustand der Schädelnähte von BROCA (1861), OLIVIER (1960), PERIZONIUS (1984) und VALLOIS (1937) modifiziert von RÖSING (1977) ermittelt. Die Ergebnisse von GROSCHMIDT (1990) wurden von mir überprüft und ohne Änderungen in meine Arbeit übernommen.

Nachstehend werden die bearbeiteten Fälle vorgestellt, fotografisch dokumentiert, besprochen und in direkten Vergleich mit den makroskopisch bestimmten Sterbealtern gebracht. Eine Zusammenfassung der ermittelten Messdaten gibt Tabelle 8 (Seite 37). Die grafische Gegenüberstellung der Klassenmitte und der ermittelten Mittelwerte erfolgt in den Abbildungen 18 – 23.

²¹ Microsoft EXCEL 2003

	ZNr	G	Makroskopie		Mikroskopie: Messung 1 (rot)				Mikroskopie: Messung 2 (gelb)				
			Makro:StAk	KM	dots(n)	DZ	StAlter	STD	dots(n)	DZ	StAlter	STD	
4929_1_buc_1	34	2	senil (61-80)	70,5	51				45				
4929_1_buc_2	34	2	senil (61-80)	70,5	13	64	10,2	74,2	14	59	10,2	69,2	
4929_1_lin_1	34	2	senil (61-80)	70,5	51				50				
4929_1_lin_2	34	2	senil (61-80)	70,5	14	65	10,2	75,2	13	63	10,2	73,2	
4929_1	34	2	senil (61-80)	70,5				74,7	0,7			71,2	2,8
4929_1_mes_1	34	2	senil (61-80)	70,5	34	34	10,2	44,2	17,6	35	35	10,2	45,2
4929_1_buc_1	34	2	senil (61-80)	70,5	51				45				
4929_1_buc_2	34	2	senil (61-80)	70,5	13	64	10,2	74,2	14	59	10,2	69,2	
4929_1_lin_1	34	2	senil (61-80)	70,5	51				50				
4929_1_lin_2	34	2	senil (61-80)	70,5	14	65	10,2	75,2	13	63	10,2	73,2	
4929_1_mes_1	34	2	senil (61-80)	70,5	34	34	10,2	44,2		35	35	10,2	45,2
4929_1	34	2	senil (61-80)	70,5				59,2	21,2			57,2	17,0
4935_1_buc_1	35	1	senil (61-80)	70,5	41				38				
4935_1_buc_2	35	1	senil (61-80)	70,5	11	52	11,6	63,6	11	49	11,6	60,6	
4935_2_lin_1	35	1	senil (61-80)	70,5	46				44				
4935_2_lin_2	35	1	senil (61-80)	70,5	11	57	11,6	68,6	11	55	11,6	66,6	
4935_1_dis_12	35	1	senil (61-80)	70,5	48	48	11,6	59,6	51	51	11,6	62,6	
4935_1	35	1	senil (61-80)	70,5				63,9	4,5			63,3	3,1
4932_1_buc_1	35	2	frühmatur (41-50)	45,5	27				25				
4932_1_buc_2	35	2	frühmatur (41-50)	45,5	9	36	11,2	47,2	10	35	11,2	46,2	
4932_1_lin_1	35	2	frühmatur (41-50)	45,5	32				27				
4932_1_lin_2	35	2	frühmatur (41-50)	45,5	8	40	11,2	51,2	8	35	11,2	46,2	
4932_1_dis_12	35	2	frühmatur (41-50)	45,5	33	33	11,2	44,2	32	32	11,2	43,2	
4932_1	35	2	frühmatur (41-50)	45,5				47,5	3,5			45,2	1,7
4937_1_dis_12	35	1	matur (41-60)	50,5	38	38	11,6	49,6	46	46	11,6	57,6	
4937_2_mes_1	35	1	matur (41-60)	50,5	32				35				
4937_2_mes_2	35	1	matur (41-60)	50,5	17	49	11,6	60,6	21	56	11,6	67,6	
4937_2_lin_12	35	1	matur (41-60)	50,5	39	39	11,6	50,6	37	37	11,6	48,6	
4937_2_dis_1	35	1	matur (41-60)	50,5	38				35				
4937_2_dis_2	35	1	matur (41-60)	50,5	9	47	11,6	58,6	8	43	11,6	54,6	
4937_1	35	1	matur (41-60)	50,5				54,9	5,6			57,1	7,9
4933_1_dis_1	35	2	frühadult (19-30)	24,5	22				22				
4933_1_dis_2	35	2	frühadult (19-30)	24,5	7	29	11,2	40,2	8	30	11,2	41,2	
4933_1_lin_12	35	2	frühadult (19-30)	24,5	23	23	11,2	34,2	22	22	11,2	33,2	
4933_1_mes_1	35	2	frühadult (19-30)	24,5	19				19				
4933_1_mes_2	35	2	frühadult (19-30)	24,5	9	28	11,2	39,2	9	28	11,2	39,2	
4933_1	35	2	frühadult (19-30)	24,5				37,9	3,2			37,9	4,2
4940_1_buc_1	34	1	frühadult (19-30)	24,5	18				17				
4940_1_buc_2	34	1	frühadult (19-30)	24,5	5	23	10,7	33,7	5	22	10,7	32,7	
4940_1_lin_1	34	1	frühadult (19-30)	24,5	17				16				
4940_1_lin_2	34	1	frühadult (19-30)	24,5	7	24	10,7	34,7	8	24	10,7	34,7	
4940_1_mes_1	34	1	frühadult (19-30)	24,5	22				21				
4940_1_mes_2	34	1	frühadult (19-30)	24,5	5	27	10,7	37,7	6	27	10,7	37,7	
4940_1	34	1	frühadult (19-30)	24,5				35,4	2,1			35,0	2,5

Tabelle 8: Messdaten

Legende zu Tabelle 8:

ZNr = Zahnnnummer

G = Geschlecht

Makro:StAK = makroskopische Sterbealtersklasse

KM = Klassenmitte der makroskopischen Sterbealtersklasse

Dots (n) = Anzahl der Messpunkte

DZ = addiertes Zahndurchbruchsalter

StAlter= mikroskopisch bestimmtes Sterbealter

STD = Standardabweichung zum Mittelwert des mikroskopisch berechneten Sterbealters

Grabnummer 648.O (Präparat 4929): Weiblich, senil (61.-80. Lebensjahr)

Die Auszählung der Zementlinien erfolgte an diesem Präparat buccal, lingual und mesial. Der mesiale und distale Bereich des Zahnschliffes wies einen sehr schlechten Erhaltungszustand auf.

Am buccalen Teil des Prämolaren 34 ergab die 1. Messung (rote Punkte) eine Gesamtanzahl von 64 Linien. Durch Addition des Durchbruchsalters von 10,2 Jahren ergibt sich ein Sterbealter von 74,2 Jahren. Die 2. Messung (gelbe Punkte) erreichte eine Linienanzahl von 59, die mit dem Zahndurchbruchsalter ein Sterbealter von 69,2 Jahren ergibt.

Im lingualen Bereich ergab die 1. Messung eine Linienanzahl von 65, mit dem Durchbruchsalter kommt man auf 75,2 Jahre. Bei der 2. Messung wurde durch Addition des Durchbruchsalters zu 63 Zementlinien ein Sterbealter von 73,2 Jahren errechnet.

Im mesialen Bereich ergab die 1. Messung eine Gesamtanzahl von 34 Zementlinien. Durch Addition des Durchbruchsalters kommt man auf ein Sterbealter von 44,2 Jahren. Die 2. Messung im mesialen Bereich ergab eine Linienanzahl von 35, also ein Sterbealter von 45,2 Jahren. Diese Werte zeigen starke Abweichungen zu den anderen mikroskopischen Sterbealtern im buccalen und lingualen Bereich, sodass sie vorerst nicht in die Mittelwertberechnungen einbezogen wurden. In Tabelle 8 ist diese Messung durch einen grauen Balken abgesetzt.

Der Mittelwert des Sterbealters der 1. Messung liegt bei 74,7 Jahren mit einer Standardabweichung von 0,7. Die 2. Messung ergibt einen Mittelwert von 72,1 Jahren und eine Standardabweichung von 2,8.

Die Mittelwertberechnung unter Einbezug der mesialen Sterbealtersergebnisse ergibt bei der ersten Messung 59,2 Jahre mit einer Standardabweichung von 21,2 und bei der 2. Messung 57,2 Jahre mit einer Standardabweichung von 17,0 Jahren.

VERGLEICH DES STERBEALTERS

Die Schätzung des Sterbealters durch die Anwendung makroskopischer Methoden ergab ein Sterbealter von 61 – 80 Lebensjahren (senil), die mikroskopische Methode ergab mit durchschnittlich 74,7 Jahren bei der 1. Zählung und 71,2 Jahren bei der 2. Zählung ein übereinstimmendes Ergebnis, da die Klassenmitte der Sterbealtersklasse Senilis bei 70,5 Jahren liegt. Die Mittelwerte der 1. und 2. Messung zeigen keine hohen Abweichungen voneinander (Abbildung 18). Dies bestätigt die Genauigkeit der Messung. Der Mittelwert

der 1. Messung sowie der Mittelwert der 2. Messung weist eine gering unterschiedliche Standardabweichung auf.

Das im buccalen Bereich des Zahnes ermittelte Sterbealter von 74,2 und 69,2 Jahren liegt näher an der Klassenmitte als das im lingualen Bereich ermittelte (Tabelle 8).

Die Ergebnisse der Auszählung im mesialen Bereich zeigen starke Abweichungen und sind wahrscheinlich auf den sehr schlechten Erhaltungszustand des Zahnes in diesem Bereich zurückzuführen (Tabelle 8).

In Abbildung 18 sieht man die deutliche Abweichung des Mittelwertes der 3. Messung (mikro_3) von den Mittelwerten der 1. und 2. Messung. In der Folge erwies es sich als sinnvoller, Bereiche mit ähnlich schlechten Erhaltungszuständen nicht in die Auszählung mit einzubeziehen, da sie das Ergebnis verfälschen können.

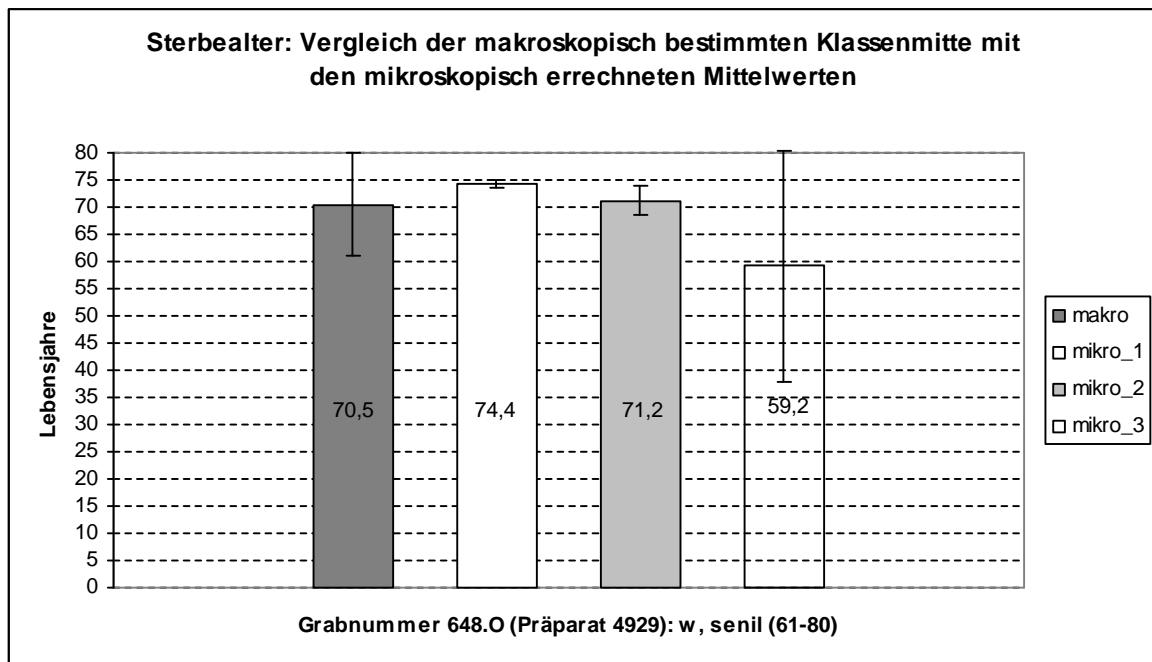


Abbildung 18: Vergleich der makroskopischen Klassenmitte mit den mikroskopisch errechneten Mittelwerten (Präparat 4929)

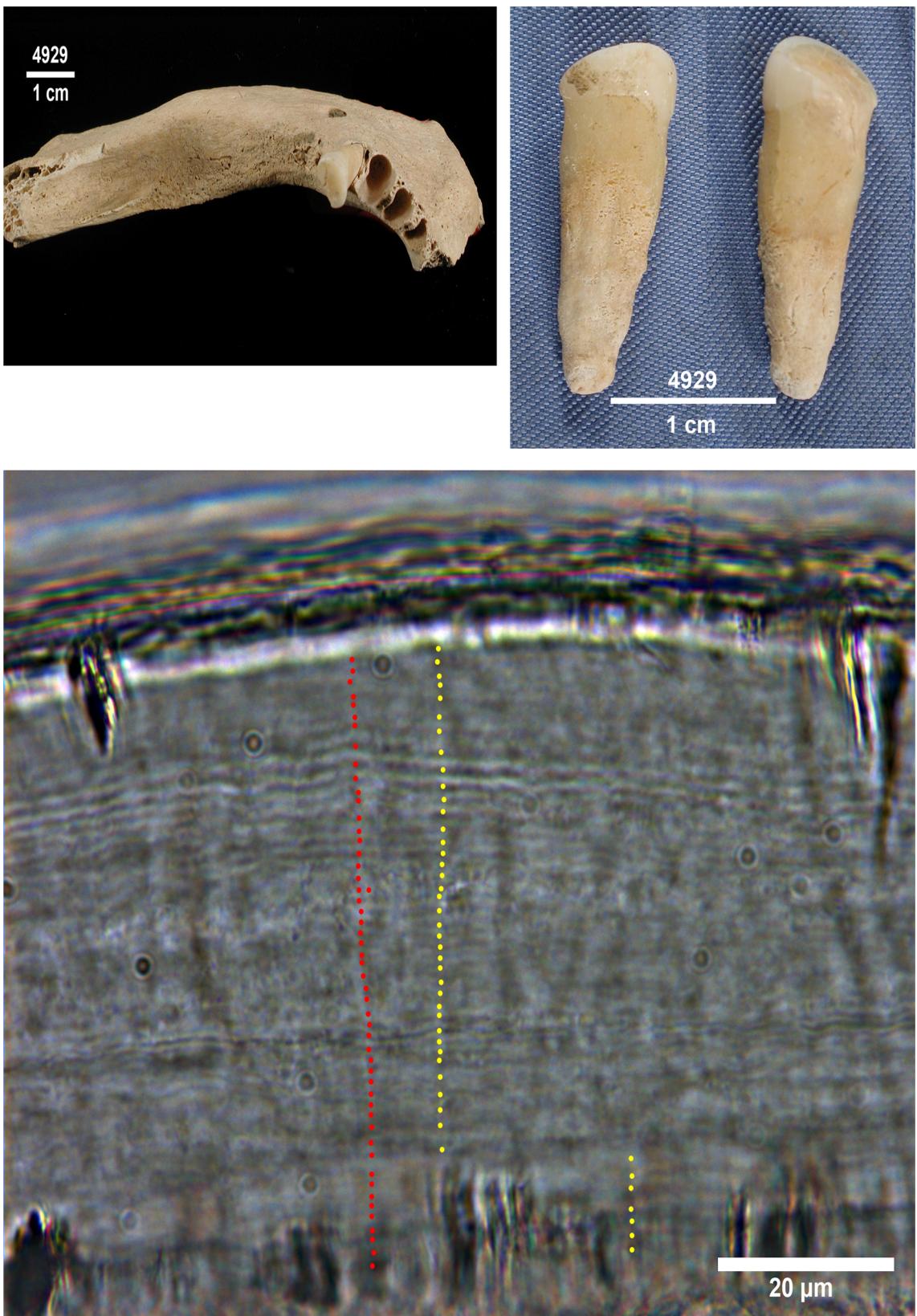
BILDTAFEL I:

Grabnummer 648.O (Präparat 4929): Weiblich, senil (61. - 80. LJ)

Links oben: linke Unterkieferhälfte mit vorhandenem Prämolar 34.

Rechts oben: Prämolar 34 von distal und mesial

Unten: 4929_1_buc_1; buccaler, innerer Auszählbereich des Zahndünnschliffes mit roten (1.Messung) und gelben Punkten (2.Messung)



Grabnummer 648.O (Präparat 4929): Weiblich, senil (61.-80.LJ)

Grabnummer 632 (Präparat 4935): Männlich, senil (61.-80. Lebensjahr)

An diesem Präparat wurden Messungen im buccalen, lingualen und distalen Bereich des Zahnschliffes durchgeführt. Mesial war auf Grund des schlechten Erhaltungszustandes keine Zählung möglich.

Buccal konnten bei der 1. Messung 52 Zementlinien und bei der 2. Messung 49 Zementlinien gezählt werden. Die Addition des Durchbruchsalters von 11,6 Jahren ergibt ein Sterbealter von 63,6 bzw. 60,6 Jahren.

Lingual erzielte die 1. Messung ein Ergebnis von 57 und die 2. Messung 55 Linien. Das Sterbealter liegt demnach bei 68,6 bzw. 66,6 Jahren.

Distal wurden bei der 1. Messung 48 und bei der 2. Messung 51 Zementlinien gezählt, das ergibt ein Sterbealter von 59,6 bzw. 62,6 Jahren.

Der Mittelwert der 1. Messung der drei Bereiche liegt bei 63,9 Jahren mit einer Standardabweichung von 4,5. Die 2. Messung ergibt einen ähnlichen Wert mit einem Mittel von 63,3 Jahren und einer Standardabweichung von 3,1.

VERGLEICH DES STERBEALTERS

Die Schätzung des Sterbealters durch die Anwendung makroskopischer Methoden ergab ein Sterbealter von 61 - 80 Lebensjahren (senil). Mit einem durchschnittlichen Sterbealter von 63,9 und 63,3 Jahren stimmen die Ergebnisse der mikroskopischen mit den Ergebnissen der makroskopischen Sterbealtersbestimmung überein, da die Klassenmitte der Sterbealtersklasse Senilis bei 70,5 Jahren liegt. Die Mittelwerte der 1. und 2. Messung zeigen eine sehr geringe Abweichung voneinander (Abb. 19). Dies bestätigt die Richtigkeit der 2 vorgenommenen Messungen.

Die 1. Messung im lingualen Bereich mit einem Sterbealter von 68,6 Jahren zeigt eine geringe Abweichung von der Klassenmitte. Die 2. Messung im lingualen Bereich mit einem ermittelten Sterbealter von 66,6 Jahren weicht um 3,9 Jahre ab (Tabelle 8).

Buccal weichen die Sterbealter ebenso wie lingual stärker von der Klassenmitte ab (Tabelle 8).

Sterbealter: Vergleich der makroskopisch bestimmten Klassenmitte mit den mikroskopisch errechneten Mittelwerten

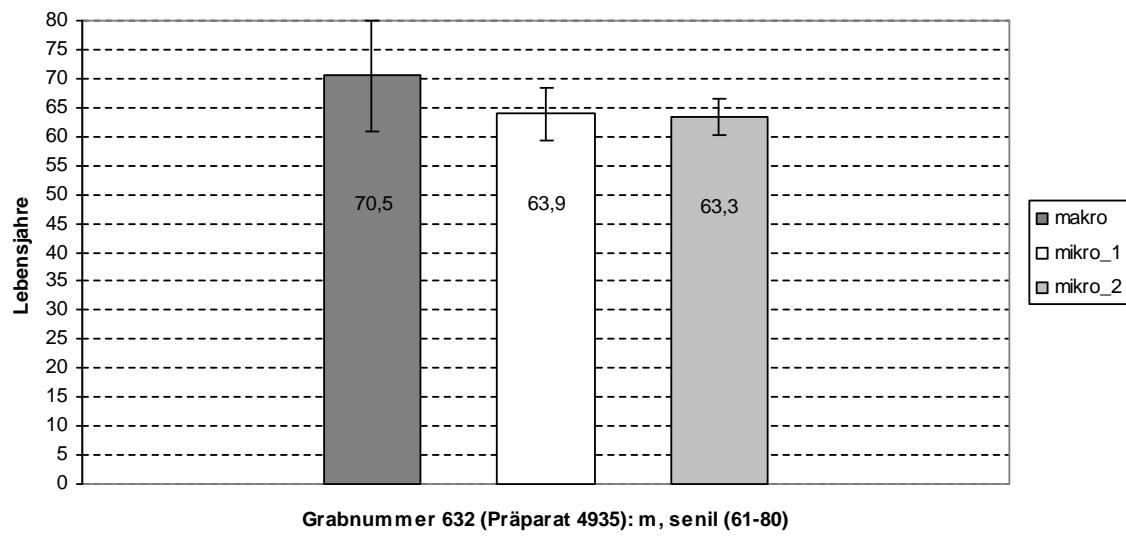


Abbildung 19: Vergleich der makroskopischen Klassenmitte mit den mikroskopisch errechneten Mittelwerten (Präparat 4935)

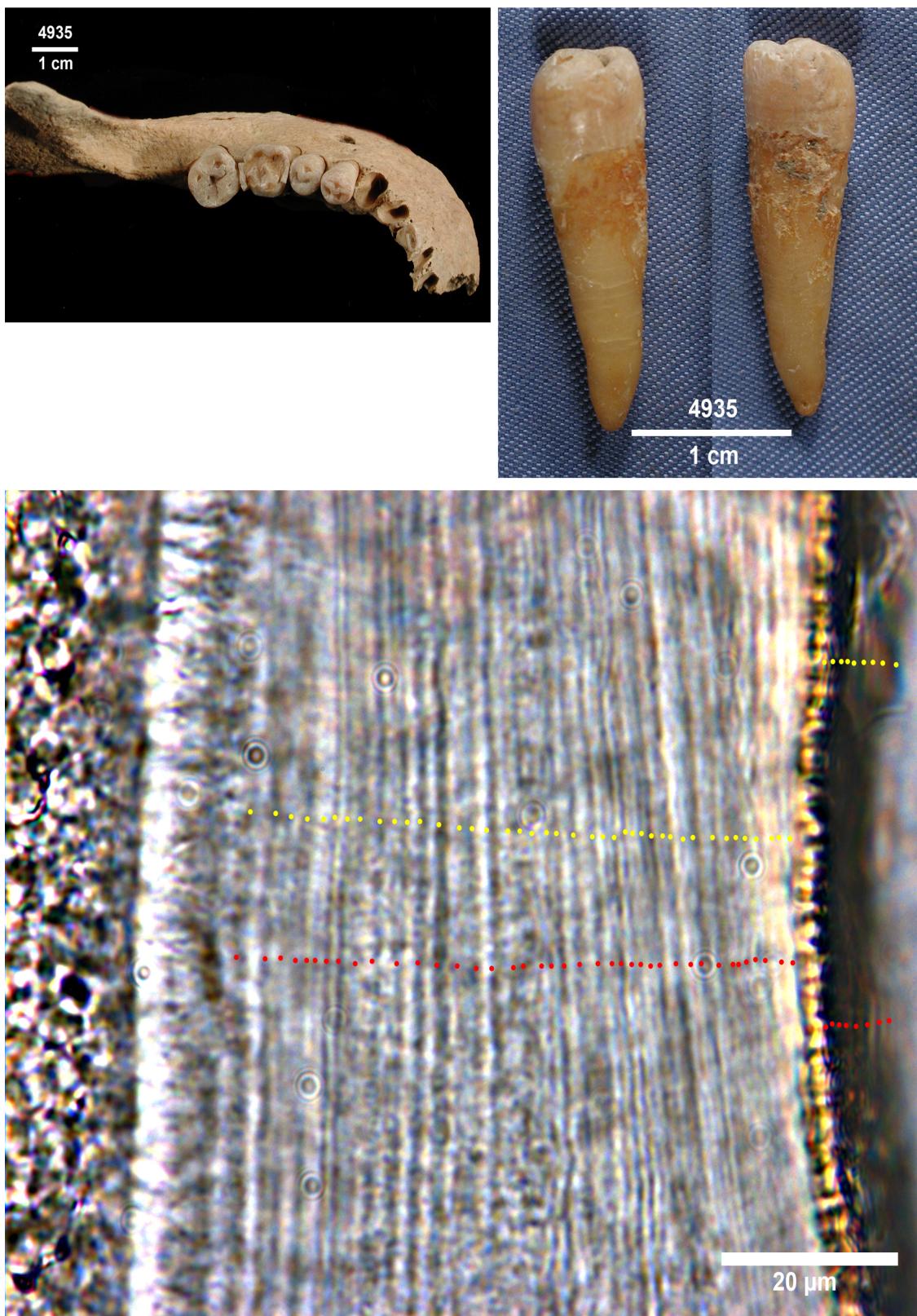
BILDTAFEL II:

Grabnummer 632 (Präparat 4935): Männlich, senil (61.-80. LJ.)

Links oben: linke Unterkieferhälfte

Rechts oben: Prämolar 35 von mesial und distal

Unten: 4935_1_dis_12: distaler, innerer und äußerer Auszählbereich des Zahndünnschliffes mit roten (1.Messung) und gelben Punkten (2.Messung)



Grabnummer 632 (Präparat 4935): Männlich, senil (61.-80.LJ)

Grabnummer 677 (Präparat 4932): Weiblich, frühmatur (41.-50. LJ)

An diesem Präparat wurden Messungen im buccalen, lingualen und distalen Bereich des Zahnschliffes durchgeführt. Mesial wurden auf Grund des schlechten Erhaltungszustandes des Zahnes keine Zementlinien gezählt.

Buccal ergab die 1. Messung eine Linienanzahl von 36, das Zahndurchbruchsalter liegt bei 11,2 Jahren. Die Addition der beiden Werte ergibt ein Sterbealter von 47,2 Jahren. Die 2. Messung ergibt mit 35 Linien ein Sterbealter von 46,2 Jahre.

Lingual wurden bei der 1. Messung 40 und bei der 2. Messung 35 Linien gezählt. Zusammen mit dem Durchbruchsalter von 11,2 Jahren ergibt das ein Sterbealter von 51,2 beziehungsweise 46,2 Jahren.

Distal ergab die erste Messung 33 und die zweite Messung 32 Linien, also ein Sterbealter von 44,2 und 43,2 Jahren.

Der Mittelwert der 1. Messung liegt bei 47,5 Jahren, mit einer Standardabweichung von 3,5. Die 2. Messung ergibt einen Mittelwert von 45,2 Jahren und eine Standardabweichung von 1,7.

VERGLEICH DES STERBEALTERS

Die Schätzung des Sterbealters durch die Anwendung makroskopischer Methoden ergab ein Sterbealter von 41 - 50 Lebensjahren (frühmatur), die mikroskopische Methode lieferte mit durchschnittlich 47,5 Jahren bei der 1. Messung und 45,2 Jahren bei der 2. Messung ein übereinstimmendes Ergebnis, da die Klassenmitte der Sterbealtersklasse frühmatur bei 45,5 Jahren liegt. Die Mittelwerte der 1. und 2. Messung weisen nur eine geringe Abweichung voneinander auf, sodass die Richtigkeit der beiden Messungen bestätigt wird. Die Standardabweichungen der 1. und 2. Messung sind gering (Abb. 20).

Am nächsten an die Klassenmitte kommt das Ergebnis der 2. Messung im buccalen und lingualen Bereich mit 46,2 Jahren (Tabelle 8). Auch das bei der 1. Messung im distalen Bereich des Zahnes ermittelte Sterbealter von 44,2 Jahren entspricht mit einer Abweichung von 1,3 Jahren exakt der Klassenmitte von 45,5 Jahren (Tabelle 8).

Sterbealter: Vergleich der makroskopisch bestimmten Klassenmitte mit den mikroskopisch errechneten Mittelwerten

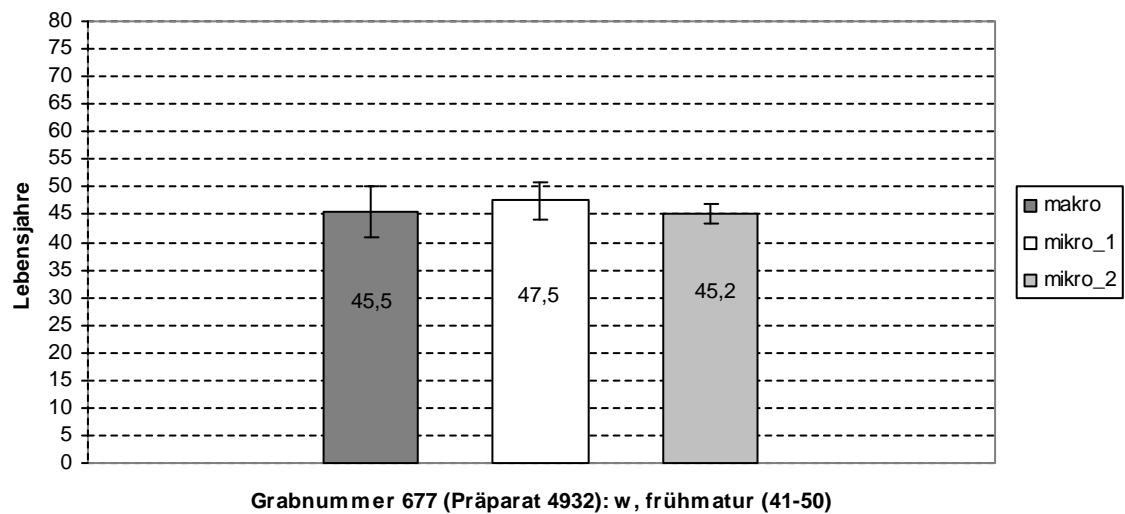


Abbildung 20: Vergleich der makroskopischen Klassenmitte mit den mikroskopisch errechneten Mittelwerten (Präparat 4932)

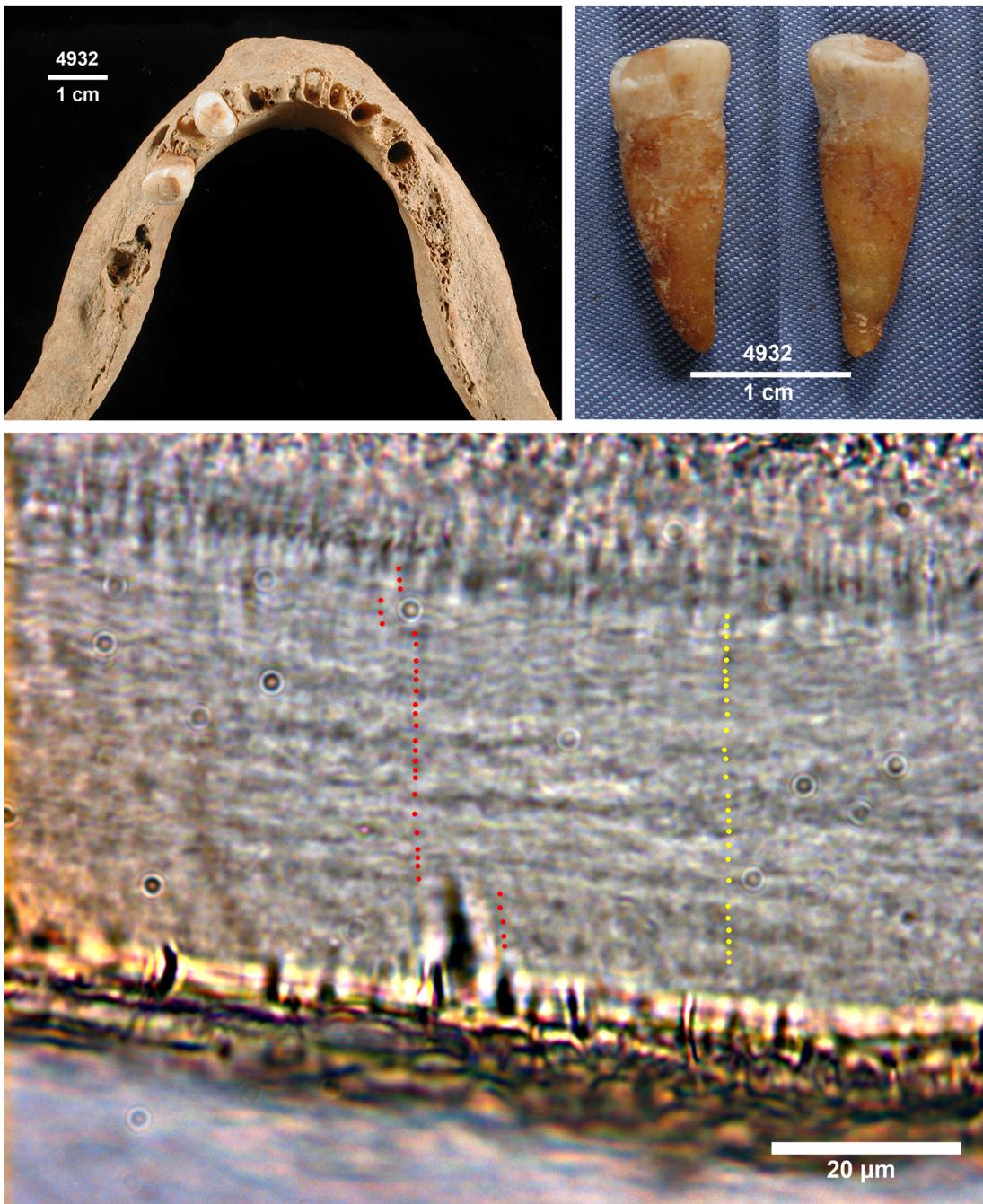
BILDTAFEL III:

Grabnummer 677 (Präparat 4932): Weiblich, frühmatur (41.-50. LJ.)

Links oben: Unterkiefer

Rechts oben: Prämolar 35 von mesial und distal

Unten: 4932_1_lin_1; lingualer, innerer Auszählbereich mit roten (1.Messung) und gelben Punkten (2.Messung)



Grabnummer 677 (Präparat 4932): Weiblich, frühmatur (41.-50.LJ)

Grabnummer 57 (Präparat 4937): Männlich, matur (61. – 80. LJ)

An diesem Präparat wurden Messungen im mesialen, lingualen und distalen Bereich durchgeführt.

Mesial ergab die 1. Messung 49 und die 2. Messung 56 Zementringe. Die Addition des individuellen Zahndurchbruchalters von 11,6 Jahren ergibt ein Sterbealter von 60,6 bzw. 67,6 Jahren.

Lingual wurden bei der 1. Messung 39 Zementlinien gezählt. Gemeinsam mit dem Durchbruchsalter ergibt das ein Sterbealter von 50,6 Jahren. Die 2. Messung brachte ein Resultat von 37 Linien, also ein Sterbealter von 48,6 Jahren.

Distal wurden bei der 1. Messung 47 Linien und bei der 2. Messung 43 Linien ausgezählt. Das Sterbealter liegt also bei 58,6 bzw. 54,6 Jahren.

Der Mittelwert des Sterbealters der 1. Messung ergibt ein Alter von 54,9 Jahren und eine Standardabweichung von 5,6. Die 2. Messung ergibt einen Mittelwert von 57,1 Jahren und eine Standardabweichung von 7,9.

VERGLEICH DES STERBEALTERS

Die Schätzung des Sterbealters durch die Anwendung makroskopischer Methoden ergab ein Sterbealter von 41 - 60 Lebensjahren (matur). Mit einem durchschnittlichen Sterbealter von 54,9 und 57,1 Jahren stimmen die Ergebnisse der mikroskopischen mit den Ergebnissen der makroskopischen Sterbealtersdiagnose überein, da die Klassenmitte der Sterbealtersklasse Maturus bei 50,5 Jahren liegt. Die Mittelwerte der 1. und 2. Messung weisen eine geringe Abweichung voneinander auf (Abb.21). Dies bestätigt die Genauigkeit der beiden vorgenommenen Messungen.

Die 1. Messung im lingualen Bereich (Tabelle 8) des Zahndünnschliffes ergab ein Sterbealter von 50,6 Jahren, die 2. Messung 48,6 Jahre, und zeigt somit die geringsten Abweichungen von der Klassenmitte.

Mesial (Tabelle 8) liegen mit 60,6 und 67,6 Jahren hohe Abweichungen von der Klassenmitte vor.

Sterbealter: Vergleich der makroskopisch bestimmten Klassenmitte mit den mikroskopisch errechneten Mittelwerten

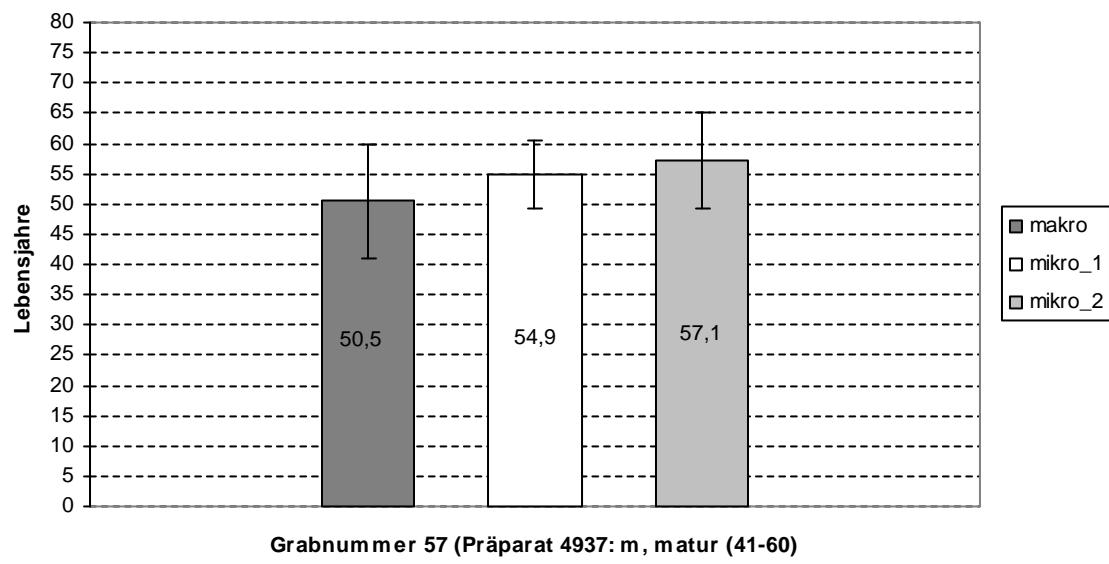


Abbildung 21: Vergleich der makroskopischen Klassenmitte mit den mikroskopisch errechneten Mittelwerten (Präparat 4937)

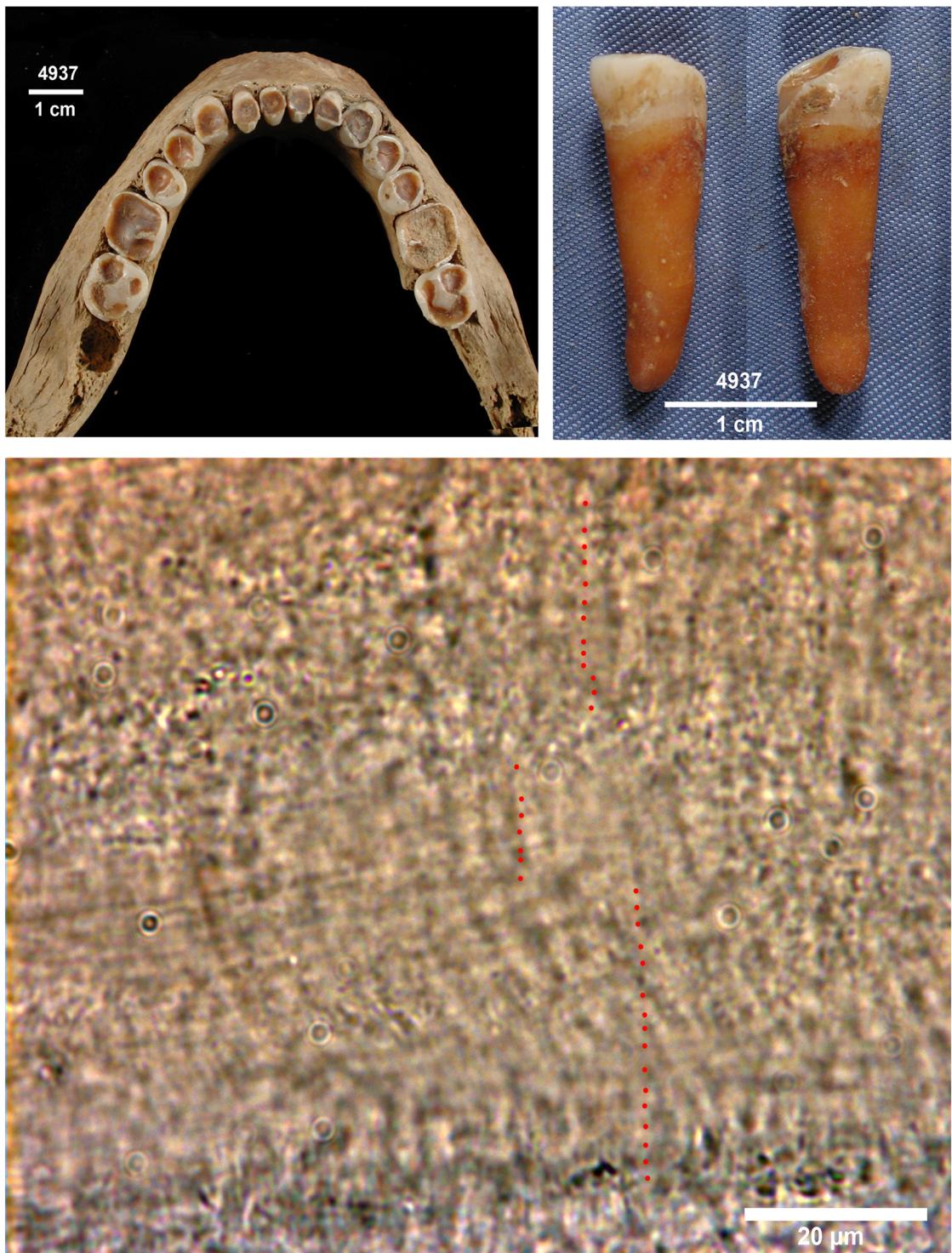
BESCHREIBUNG BILDTAFEL IV:

Grabnummer 57 (Präparat 4937): Männlich, matur (61. – 80. LJ)

Links oben: Unterkiefer in der Aufsicht

Rechts oben: Prämolar 35 von mesial und distal

Unten: 4937_1_buc_1; buccaler, innerer Auszählbereich des Zahndünnschliffes mit roten Punkten (1. Messung)



Grabnummer 57 (Präparat 4937): Männlich, matur (41.-60. LJ)

Grabnummer 98 (Präparat 4933): Weiblich, frühadult (19. -30. LJ)

An diesem Präparat erfolgten die Auszählungen der Zementringe distal, mesial und lingual. Der buccale Bereich ließ auf Grund des schlechten Erhaltungszustandes keine Auszählung zu.

Distal konnten bei der 1. Messung 29 Zementringe gezählt werden. Durch Addition des Durchbruchsalters von 11,2 Jahren kommt man auf ein Sterbealter von 40,2 Jahren. Die 2. Messung ergab 30 Linien und somit ein Sterbealter von 41,2 Jahren.

Mesial wurden bei der 1. Messung und bei der 2. Messung jeweils 28 Zementlinien gezählt. Das Sterbealter liegt hier also bei beiden Messungen bei 39,2 Jahren.

Lingual konnten bei der 1. Messung 23 und bei der 2. Messung 22 Zementlinien gezählt werden. Das ergibt ein Sterbealter von 34,2 und 33,2 Jahren.

Die 1. Messung ergibt einen Mittelwert von 37,9 Jahren mit einer Standardabweichung von 3,2. Der Mittelwert der 2. Messung liegt ebenfalls bei 37,9 Jahren mit einer Standardabweichung von 4,2 Jahren.

VERGLEICH DES STERBEALTERS

Die Schätzung des Sterbealters durch die Anwendung makroskopischer Methoden ergab ein Sterbealter von 19 – 30 Lebensjahre (frühadult), die mikroskopische Methode lieferte mit durchschnittlich 37,9 Jahren kein übereinstimmendes Ergebnis, da die Klassenmitte der Sterbealtersklasse Adultus bei 24,5 Jahren liegt. Grundsätzlich liegen alle ermittelten Sterbealter weit über diesem Wert. Die Mittelwerte der 1. und 2. Messung weisen allerdings keine Abweichung voneinander auf, sodass die Richtigkeit der mikroskopischen Methode bestätigt wird (Abb.22). Dafür sprechen auch die relativ geringen Werte der Standardabweichung.

Die makroskopische Bestimmung des Sterbealters wurde wegen des schlechten Erhaltungszustandes des Skelettes vorwiegend anhand der Zahnbbrasion durchgeführt. Die Sterbealtersklasse Adultus (19 - 40 LJ) wird in der physischen Anthropologie in zwei Gruppen, früh (19 - 30 LJ) – und spätadult (31 - 40 LJ) eingeteilt. Diese Einteilung kann durch genaue Befundung der Epiphysenfugenverhältnisse am Skelett vorgenommen werden. Im gegenständlichen Fall ergab die makroskopische Sterbealtersbestimmung eine Einteilung in die Gruppe der frühadulten, die mikroskopische Bestimmung hingegen ergab Mittelwerte, die außerhalb des Streubereiches der frühadulten Klasse liegen. Die Abrasionsverhältnisse bei den Awaren dieser Zeitstellung sind mit den verwendeten Schemata nicht ganz kompatibel und haben damit das Ergebnis der makroskopischen Sterbealtersbestimmung beeinflusst.

Am nächsten kommen die beiden Messungen im lingualen Bereich (Tabelle 8) mit einem Sterbealter von 34,2 und 33,2 Jahren an die Klassenmitte heran.

Distal (Tabelle 8) liegen die größten Abweichungen um 15,7 und 16,7 Jahre vor.

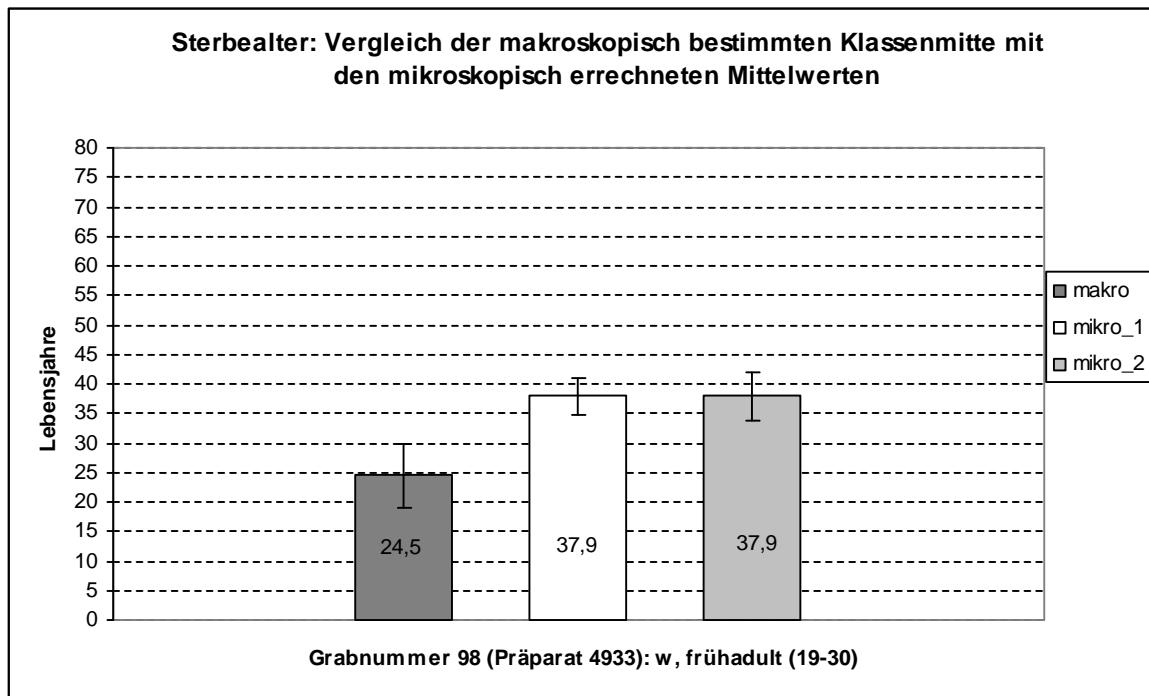


Abbildung 22: Vergleich der makroskopischen Klassenmitte mit den mikroskopisch errechneten Mittelwerten (Präparat 4933)

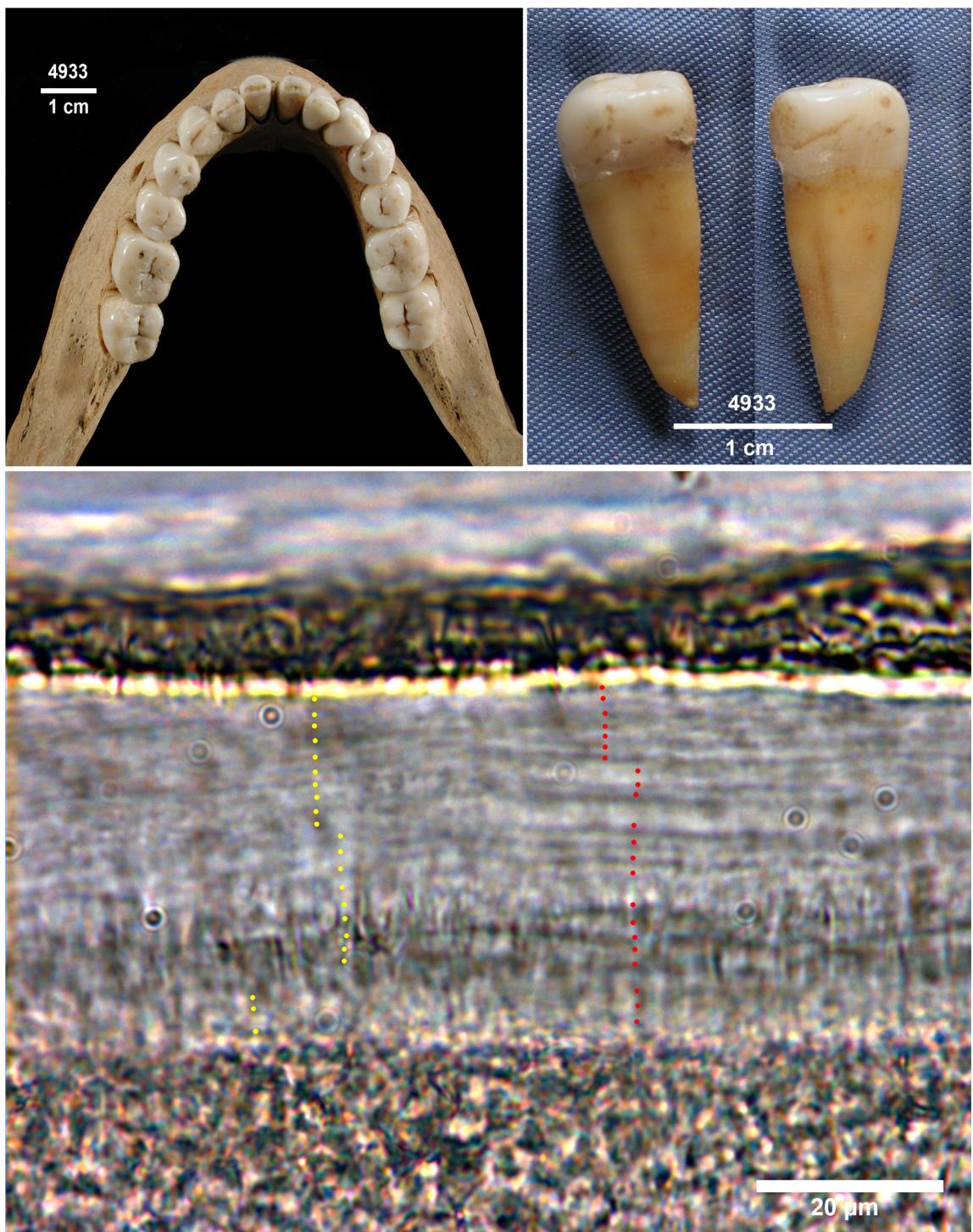
BILDTAFEL V:

Grabnummer 98 (Präparat 4933): Weiblich,: frühadult (19. -30. LJ)

Links oben: Unterkiefer in der Aufsicht

Rechts oben: Prämolar 35 von mesial und distal

Unten: 4933_1_dis_1; distaler, innerer Auszählbereich des Zahndünnschliffes mit roten (1.Messung) und gelben Punkten (2.Messung)



Grabnummer 98 (Präparat 4933): Weiblich, frühadult (19.-30.LJ)

Grabnummer 613 (Präparat 4940): Männlich, frühadult (19.-30. Lebensjahr)

An diesem Präparat erfolgte die Auszählung der Zementringe buccal, lingual und mesial. Distal konnte auf Grund des schlechten Erhaltungszustandes keine Zählung vorgenommen werden.

Buccal wurden bei der 1. Messung 23 Zementlinien gezählt. Durch Addition des Durchbruchsalters von 10,7 Jahren ergibt sich ein Sterbealter von 33,7 Jahren. Die 2. Messung ergab eine Linienanzahl von 22, die mit dem Zahndurchbruchsalter ein Sterbealter von 32,7 Jahren ergibt.

Im lingualen Bereich ergab die 1. Messung eine Linienanzahl von 24, mit dem Durchbruchsalter kommt man auf ein Sterbealter von 34,7 Jahren. Die 2. Messung im lingualen Bereich brachte mit 24 Linien exakt dasselbe Sterbealter von 34,7 Jahren.

Mesial ergaben die beiden Messungen ebenfalls das gleiche Ergebnis. Es wurden beide Male 27 Linien gezählt. Die Addition des Durchbruchsalters ergibt für beide Messungen ein Sterbealter von 37,7 Jahren.

Das Ergebnis der Mittelwertberechnung der 1. Messung ergibt ein durchschnittliches Sterbealter von 35,4 Jahren mit einer Standardabweichung von 2,1. Die Mittelwertberechnung der 2. Messung ergibt 35,0 Jahre mit einer Standardabweichung von 2,5.

VERGLEICH DES STERBEALTERS

Die Schätzung des Sterbealters durch die Anwendung makroskopischer Methoden ergab ein Sterbealter von 19 – 30 Lebensjahren (frühadult), die mikroskopische Methode lieferte mit durchschnittlich 35,4 und 35,0 Jahren kein übereinstimmendes Ergebnis, da die Klassenmitte der Sterbealtersklasse Adultus bei 24,5 Jahren liegt.

Beide mikroskopischen Messungen liegen mit ihrer geringen Streuung weit außerhalb der makroskopischen Klassenmitte (Abb. 23). Die Mittelwerte der 1. und 2. Messung weisen allerdings eine sehr geringe Abweichung (0,4 Jahre) voneinander auf, sodass die Genauigkeit der mikroskopischen Methode bestätigt wird (Abb. 23).

Wie bei Grabnummer 98 wurde die makroskopische Bestimmung anhand der Zahnabrasion durchgeführt, auch hier muss gesagt werden, dass die Abrasionsverhältnisse der Awaren dieser Zeitstellung mit den verwendeten Schemata nicht ganz kompatibel sind und damit das Ergebnis der makroskopischen Sterbealtersbestimmung beeinflusst wurde.

Die im buccalen Bereich (Tabelle 8) des Zahnes vorgenommenen Messungen liegen mit 33,7 und 32,7 Jahren am nächsten von allen Messbereichen an der Klassenmitte.

Die Ergebnisse im lingualen Bereich (Tabelle 8) sind mit Sterbealtern von jeweils 34,7 Jahren an zweiter Stelle einzuordnen, mesial liegen mit einem Sterbealter von jeweils 37,7 Jahren die größten Abweichungen vor.

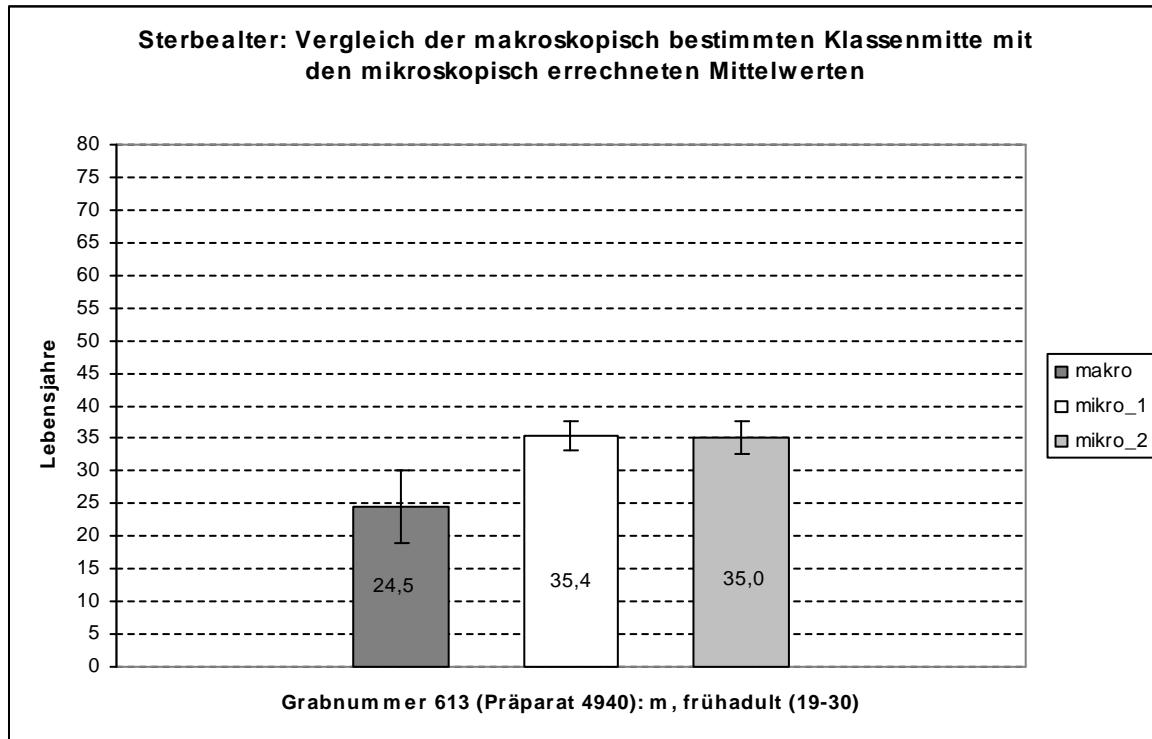


Abbildung 23: Vergleich der makroskopischen Klassenmitte mit den mikroskopisch errechneten Mittelwerten (Präparat 4940)

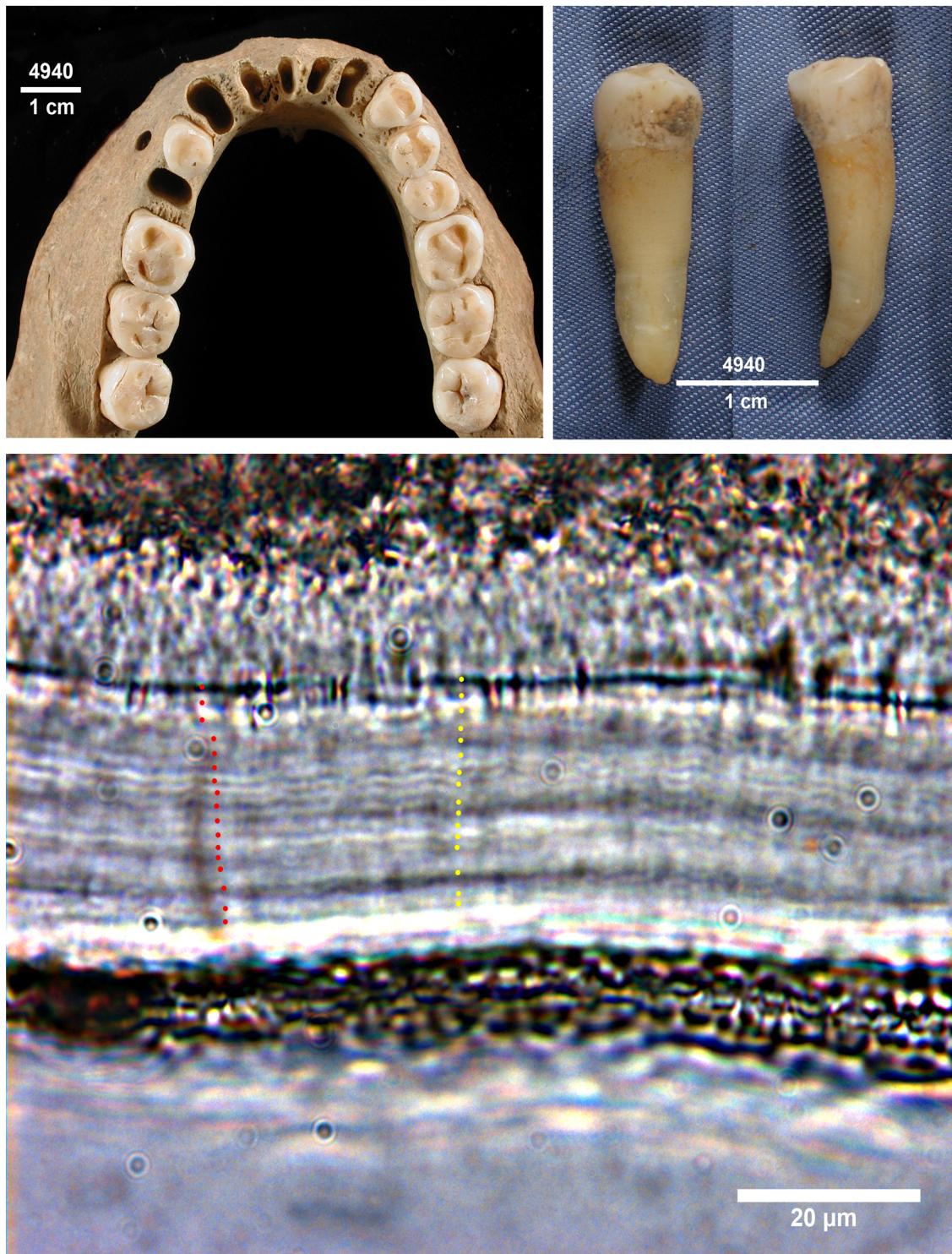
BILDTAFEL VI:

Grabnummer 613 (Präparat 4940): Männlich, frühadult (19. – 30. LJ)

Links Oben: Unterkiefer in der Aufsicht

Rechts oben: Prämolar 34 von mesial und distal

Unten: 4940_1_lin_1; lingualer, innerer Auszählbereich des Zahndünnschliffes mit roten (1.Messung) und gelben Punkten (2.Messung)



Grabnummer 613 (Präparat 4940): Männlich, frühadult (19.-30.LJ)

6 Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist, einen Vergleich zwischen den in der anthropologischen Feldforschung üblicherweise verwendeten makroskopischen Methoden der Bestimmung des Sterbealters und der mikroskopischen „tooth cementum annulation“ (TCA) anzustellen. Dazu wurden mit einer Zufallsstichprobe 12 Skelettindividuen aus dem awarenzeitlichen Gräberfeld Wien - Csokorgasse nach Geschlecht und Sterbealtersklasse (Adult, Matur, Senil) ausgesucht. Von jedem Individuum wurde je ein Prämolar aus dem Unterkiefer entnommen und davon unentkalkte histologische Dünnschliffe hergestellt, anhand deren eine TCA-Analyse im lingualen, buccalen, mesialen und distalen Wurzel-Bereich des Zahnes vorgenommen wurde. Die errechneten Mittelwerte und Streuungen wurden mit den makroskopischen Sterbealtersklassen verglichen und diskutiert.

Die Ergebnisse der makroskopischen und mikroskopischen Sterbealtersbestimmung zeigten in den Sterbealtersklassen Maturus und Senilis hohe Übereinstimmungen. Die Sterbealtersklasse Adultus hingegen wies deutliche Abweichungen der mikroskopisch festgestellten Mittelwerte von der makroskopisch bestimmten Klassenmitte auf. Diese Abweichungen sind auf die Abrasionsverhältnisse, die zur makroskopischen Sterbaltersbestimmung herangezogen wurden, zurückzuführen, da diese mit den üblicherweise verwendeten Schemata bei den Awaren dieser Zeitstellung nicht ganz kompatibel sind.

Einen Einfluss auf die erhaltene Qualität der Zahnzementlinien hat das Vorhandensein des Nachbarzahnes. Fehlt dieser, hat es zur Folge, dass der erhaltene allein stehende Zahn den Einflüssen des Bodenmilieus und den Liegebedingungen stärker ausgesetzt ist und somit einen schlechteren mikroskopischen Erhaltungszustand nach sich zieht. Prinzipiell kann man sagen, dass die lingualen Zahnoberflächen histologisch am besten erhalten waren und somit repräsentativere Ergebnisse bei der TCA brachten.

Die makroskopischen Sterbealtersschätzungen ergeben Sterbealtersklassen mit einer Schwankungsbreite von +/- 10 Jahren. Mit Hilfe der Zahnzementanalyse können Sterbealter mit einem Schwankungsbereich von in der Regel +/- 3 Jahren ermittelt werden.

Ein Vorteil der TCA gegenüber anderen mikroskopischen Sterbealtersbestimmungsmethoden liegt darin, dass man sich die histologische Färbung der Dünnschliffe erspart, dies bedingt aber, dass man im Mikroskop Spezialoptiken zur Auswertung benötigt. Die zeitintensive Herstellung der Dünnschliffe basiert auf einer komplexen Technik, die Spezialverfahren für die Präparation und die Auszählung der

Zementlinien benötigt. Bei der technischen Umsetzung sind gute mikroskopische Kenntnisse eine Grundvoraussetzung. Die TCA stellt derzeit die genaueste Methode zur Bestimmung des individuellen Sterbealters am menschlichen Skelett dar.

7 Literaturverzeichnis

ALQUIST J., DAMSTEN O. (1969): *A modification of Kerley's method for the microscopic determination of age in human bone*. Journal of Forensic Science 14: 205-212.

BROCA P. (1861): *Sur le volume et la forme du cerveau suivant les individus et suivant les races*. Bull Soc Anthrop Paris 2.: 193-207.

BROTHWELL D.R (1981): Digging up bones. The excavation, treatment and study of human skeletal remains. Oxford University Press, Oxford.

CHARLES D.K, CONDON K., CHEVERUD J.M., BUIKSTRA J.E. (1986): *Cementum annulation and age determination in Homo sapiens. I. Tooth variability and observer error*. Am J Phys Anthropol 71: 311-320.

CONDON K., CHARLES D.K., CHEVERUD J.M., BUIKSTRA J.E. (1986): *Cementum annulation and age determination in Homo sapiens. II. Estimates and accuracy*. Am J Phys Anthropol 71:21-330.

DAIM F. (1976): *Die Awaren in Niederösterreich*. Dissertation, Universität Wien, Wien.

DAIM F. (1977): *Die Awaren in Niederösterreich*. Wissenschaftliche Schriftenreihe Niederösterreich (28), 1. Auflage, Niederösterreichisches Pressehaus, St.Pölten.

ERICKSEN M.F. (1991): *Histologic estimation of age at death using the anterior cortex of the Femur*. Am. J. Phys Anthropol 85: 171-179.

FEREMBACH, D., SCHWIDETZKY, I., STLOUKAL, M. (1979): *Empfehlungen für die Alters- und Geschlechtsdiagnose am Skelett*. Homo 30,2: 1-32.

GROßKOPF B. (1990): *Individualaltersbestimmung mit Hilfe von Zuwachsringen im Zementbodengelagerter menschlicher Zähne*. Zeitschrift für Rechtsmedizin 103: 351-359.

GROSCHMIDT K. (1990): *Paläopathologische Untersuchungen an den menschlichen Skeletten des awarenzzeitlichen Gräberfeldes Csokorgasse in Wien Simmering.* Dissertation an der Formal und Naturwissenschaftlichen Fakultät Wien.

GRUPE G., CHRISTIANSEN K., SCHRÖDER I., WITTWER-BACKOFEN U.(2005): *Anthropologie: ein einführendes Lehrbuch.* Springer Verlag, Berlin Heidelberg.

KAGERER P., GRUPE G. (2001): *Age – at – death diagnosis and determination of life-history parameters by incremental lines in human dental cementum as an identification aid,* Forensic. Science International 118:75-82.

KERLEY E.R. (1965): *The microscopic determination of Age in human Bone.* Am J Phys Anthropol 23: 149-164.

MARTIN R., KNUßMANN R. (1988): *Anthropologie-Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen. Bd.I: Wissenschaftstheorie, Geschichte, morphologische Methoden.* 4. Auflage, Gustav Fischer Verlag Stuttgart New York.

MILES, A.E.W. (1963): *The dentition in the assessment of individual age in skeletal material.* In: BROTHWELL D.R. (Hsgb): *Dental Anthropology.* Symposia Soc Study Hum. Biol.V.

NEMESKÉRI J., HARSÁNYI L., ASCÁDI G. (1960): *Methoden zur Diagnose des Lebensalters von Skelettfunden.* Anthropol. Anz. Jg 24:70-95, Stuttgart.

OLIVIER, G. (1960): *Pratique Anthropologique.* Vigot Frères, Paris.

PERIZONIUS W.R.K (1984): Closing and Non-closing sutures in 256 Crania of Known Age and Sex from Amsterdam. J.Hum.Evol.13: 201-216

PLENK H. Jr (1989): *Untersuchung des Stütz- und Bindegewebes.* In: BÖCK P (Hsgb): *Romeis – mikroskopische Technik.* Urban & Schwarzenberg, München – Wien – Baltimore, Kapitel 25: 527-566.

RÖSING, F.W. (1977): *Methoden der Aussagemöglichkeiten der anthropologischen Leichenbrandbearbeitung.* Archäologie und Naturwissenschaften 1: 53-80.

RÖTZSCHER K., SOLHEIM T.(1998): *Forensisch – Odonto – Stomatologische Verfahren der Identifikation*. In: LEOPOLD D. (Hrsgb): *Identifikation unbekannter Toter. Interdisziplinäre Methodik, forensische Osteologie*, Schmidt-Römhild Verlag, Lübeck.

SCHROEDER H.E.(1992): *Orale Strukturbioologie. Entwicklungsgeschichte, Struktur und Funktion normaler Hart - und Weichgewebe der Mundhöhle und des Kiefergelenks*. 4.Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart, New York.

SCHUHMACHER G.H., SCHMIDT H.(1983): *Anatomie und Biochemie der Zähne*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.

SINGH J.J., GUNBERG D.L. (1970): *Estimation of age at death in human males from quantitative histology of bone fragments*. Am J Phys Anthropol 33: 373-382.

SJOVOLD, T. (1975): *Tables of the combined method for determination of age at death given by Nemeskérím Harsányi and Ascádi*. Anthropol Közl 19: 9-22.

STLOUKAL, M., HANÁKOVÁ, H. (1978): *Die Länge der Längsknochen altslawischer Bevölkerungen unter besonderer Berücksichtigung von Wachstumsfragen*. Homo 29: 53-63.

STOTT G.G., SIS R.F., LEVY B.M. (1982): *Cemental annulations as an age criterion in forensic dentistry*. Journal Dent Res 6: 814–817.

STOUT S.D., GEHLERT S.J. (1982): *Effects of field size when using Kerley's histological method for determination of age at death*. Am J Phys Anthropol 58: 123-125.

SUNDICK R.I. (1978): *Human skeletal growth and age determination*. Homo 23: 228-249.

SZILVÁSSY J.(1988): *Altersdiagnose am Skelett*. In: KNUßMANN R (Hsgb): *Anthropologie-Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen. Bd.I: Wissenschaftstheorie, Geschichte, morphologische Methoden*. 4. Auflage, Gustav Fischer Verlag Stuttgart, New York.

TANGL S. (1997): *Eine kritische Überprüfung der histomorphometrischen Sterbealtersbestimmung nach Erickson (1991) an der Femurcorticalis des Menschen*. Diplomarbeit an der Formal - und Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien.

THOMPSON D.D. (1979): *The core technique in the determination of age at death in skeletons*. Journal of Forensic Science 26: 902-915.

TODD T.W. (1920): *Age changes in the pubic bone: I. The male white pubies*. Am J Phys. Anthropol. 3: 285-334.

UBELAKER D.H. (1978): *Human skeletal remains. Excavation, Analysis, Interpretation*. Chicago.

ULIJASZEK S.J, JOHNSTON F.E, PREECE M.A (Hsgb) (1998): *The Cambridge Encyclopedia of Human Growth and Development*. Cambridge University. Press, Cambridge.

VALLOIS, H.V. (1937): *La durée de la vie chez l'homme fossile*. L'Anthrop. 47:499-532.

WITTWER-BACKOFEN U., GAMPE J., VAUPEL J. W. (2004): *Tooth cementum annulation for age estimation: Results from a large known-age validation study*. Am J Phys Anthropol 123: 119-129.

INTERNETQUELLE

www.wien-vienna/voelker.htm

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Helene Zodl, geboren am 11. Dezember 1982 in St. Pölten, erkläre,

dass ich diese Diplomarbeit selbstständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfen bedient habe.

dass ich meine Diplomarbeit bisher weder im In - noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

LEBENSLAUF

Persönliche Angaben

Name: Helene Zodl

Anschrift: Grubtalstraße 36, 3150 Wilhelmsburg

Telefonnummer: 0650/2580808

Email Adresse: Helene.zodl@gmail.com

Geburtsdatum und - ort: 11.12.1982, St. Pölten

Staatsangehörigkeit: Österreich

Familienstand: ledig

Mutter: Elisabeth Zodl, geb. Hartmann, technische Angestellte

Vater: Franz Zodl, Drucker

Ausbildung

Seit WS 2004 Studium der Anthropologie,
Studienzweig der Biologie
Fakultät für Lebenswissenschaften, Universität Wien

Seit WS 2003 Studium der Ernährungswissenschaften
Fakultät für Lebenswissenschaften der Universität Wien

WS 2001 – 2004 Studium der Biologie
Fakultät für Lebenswissenschaften der Universität Wien

1993 – 2001 Bundesrealgymnasium Lilienfeld
Schwerpunkt Physik und Biologie

1989-1993 Volksschule Wilhelmsburg Süd

Berufserfahrung

Seit 01.09.2007	Sekretärin (geringfügige Beschäftigung) Herndlhofer KEG, 3200 Klangen
Sommer 2006 – 2 Monate	Grabungstechnikerin und anthropologische Bearbeitung von menschlichem Skelettmaterial, Sensengasse 1-3, 1090 Wien Stadt Wien Magistrat 7- Referat Stadtarchäologie
Insgesamt 6 Monate	Ferialpraxis bei: Mc.Donalds, 3100 St.Pölten; Fließpresswerk Neuman Aluminium, 3180 Lilienfeld; Post GmbH, 3150 Wilhelmsburg

EDV Kenntnisse: Microsoft Word, Excel, Power Point, Outlook

Sprachkenntnisse

Muttersprache: Deutsch
Fremdsprachen: Englisch
Schulkenntnisse in Französisch