

**Paläodemographie frühmittelalterlicher Bevölkerungen Altbaierns –  
Diachrone und allopatrische Trends**

Dissertation der Fakultät für Biologie der Ludwig-Maximilians-Universität München

eingereicht zur Beurteilung am 7. November 2006

von

Nadja Strott

**Paläodemographie frühmittelalterlicher Bevölkerungen Altbaierns –  
Diachrone und allopatrische Trends**

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades im Department Biologie I, Fakultät für Biologie,  
Bereich Biodiversitätsforschung/Anthropologie der Ludwig-Maximilians-Universität  
München

Erstgutachter: Prof. Dr. G. Grupe

Zweitgutachter: Prof. Dr. Dr. E. Weiß

Tag der mündlichen Prüfung: 13. April 2007

eingereicht im November 2006

von

Nadja Strott

*„Wichtig ist, dass man nicht aufhört zu fragen.“*

Albert Einstein

# Gliederung

I. Einleitung .....	1
1.1 Zielsetzung der Arbeit .....	1
1.2 Das Leben im Mittelalter .....	2
1.3 Rekonstruktion demographischer Daten aus einer Population Verstorbener.....	6
1.4 Methodischer Beitrag der Anthropologie zum „Projekt Altbaiern“ .....	9
II. Material.....	24
2.1 Unterigling.....	25
2.2 Kelheim .....	28
2.3 Zeholfing .....	31
III. Methoden.....	33
3.1 Morphologischer Befund .....	33
3.1.1 Vorbereitende Arbeitsschritte .....	33
3.1.2 Erhaltungsgrad der Skelette .....	33
3.1.3 Morphologische Altersbestimmung.....	34
3.1.4 Geschlechtsdiagnose.....	37
3.1.5 Schätzung der Körperhöhe.....	42
3.1.6 Messungen am postcranialen Skelett.....	44
3.1.7 Gelenkstatus .....	45
3.1.8 Pathologien .....	47
3.1.9 Anatomische Varianten.....	50
3.2 Chronologische Altersbestimmung anhand der Zuwachsringe im Zahnzement .....	50
3.2.1 Herstellung der Präparate.....	50
3.2.2 Mikroskopie und Bildbearbeitung .....	51
3.2.3 Auszählen der Ringe.....	52
3.3 Isotopenanalysen .....	53
3.4 Methoden der Paläodemographie.....	57
IV. Ergebnisse.....	63
4.1 Unterigling.....	63
4.1.1 Paläodemographie .....	65
4.1.2 Morphologischer Befund .....	71
4.1.3 Chronologische Bestimmung des Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement .....	95
4.1.4 Ergebnisse der Kollagen-Gelatine-Extraktion/Isotopenanalyse.....	101
4.1.5 Ergebnisse der Karbonat-Extraktion/Isotopenanalyse .....	114
4.1.6 Zusammenfassung .....	120
4.2 Kelheim .....	122

4.2.1	Paläodemographie .....	123
4.2.2	Morphologischer Befund .....	129
4.2.3	Chronologische Bestimmung des Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement .....	148
4.2.4	Ergebnisse der Kollagen-Gelatine-Extraktion/Isotopenanalyse .....	151
4.2.5	Ergebnisse der Karbonat-Extraktion/Isotopenanalyse .....	164
4.2.6	Zusammenfassung .....	169
4.3	Zeholfing .....	171
4.3.1	Paläodemographie .....	171
4.3.2	Morphologischer Befund .....	176
4.3.3	Chronologische Bestimmung des Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement .....	182
4.3.4	Ergebnisse der Kollagen-Gelatine-Extraktion/Isotopenanalyse .....	183
4.3.5	Ergebnisse der Karbonat-Extraktion/Isotopenanalyse .....	191
4.3.6	Zusammenfassung .....	194
4.4	Vergleich der beiden Methoden zur Bestimmung des Sterbealters .....	195
V.	Diskussion .....	199
5.1	Vergleich verschiedener Methoden der Alters- und Geschlechtsbestimmung .....	199
5.2	Vergleich der drei untersuchten Skelettpopulationen Unterigling, Kelheim und Zeholfing .....	203
5.2.1	Vergleich des Sterbealters .....	203
5.2.2	Vergleich der Geschlechtsverteilungen .....	206
5.2.3	Vergleich der Körperhöhen .....	208
5.2.4	Vergleich der Aktivitätsmuster .....	209
5.2.5	Analyse und Vergleich der stabilen $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ - und $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aus dem Knochenkollagen .....	211
5.2.6	Analyse und Vergleich der stabilen $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ - und $\delta^{18}\text{O}$ -Werte aus dem Knochenkarbonat .....	219
5.2.7	Zusammenfassende Rekonstruktion der Lebens- und Umweltbedingungen der Skelettpopulationen .....	221
5.3	Diachroner Vergleich demographischer Parameter für Gräberfelder des mittelalterlichen Altbaierns .....	228
5.3.1	Unterigling und Umgebung .....	229
5.3.2	Kelheim und Umgebung .....	231
5.3.3	Weitere Gräberfelder des mittelalterlichen Altbaierns .....	233
5.4	Diachroner Vergleich demographischer Parameter für Gräberfelder des mittelalterlichen Deutschlands .....	243

5.5 Diachroner Vergleich demographischer Parameter für Gräberfelder des mittelalterlichen Europas .....	250
5.6 Weitere demographische Daten des europäischen Mittelalters.....	263
VI. Zusammenfassung.....	266
VII. Literaturverzeichnis .....	271
VIII. Anhang.....	290
8.1 Tabellen Unterigling.....	295
8.1.1 Sterbetafel .....	295
8.1.2 Morphologischer Befund .....	295
8.1.3 Chronologische Bestimmung des Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement.....	304
8.2 Tabellen Kelheim.....	308
8.2.1 Sterbetafel .....	308
8.2.2 Morphologischer Befund .....	308
8.2.3 Chronologische Bestimmung des Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement.....	313
8.3 Tabellen Zeholfing .....	315
8.3.1 Sterbetafel .....	315
8.3.2 Morphologischer Befund .....	315
8.3.3 Chronologische Bestimmung des Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement.....	318
8.4 Sterbetafeln weiterer Gräberfelder .....	319
IX. Danksagung .....	320
X. Lebenslauf.....	322
XI. Publikationen .....	324
XII. Erklärung.....	325

# I. Einleitung

## 1.1 Zielsetzung der Arbeit

Die vorliegende Dissertation ist aus einem Teilaspekt des von der Volkswagen-Stiftung geförderten interdisziplinären Projekts „Ökosystem, Wirtschaftsweise und Sozialstruktur im mittelalterlichen Altbaiern“ hervorgegangen. Das Hauptinteresse dieses Projekts galt der Frage, „wie sich die jeweilige Sozialstruktur in der altbairischen Landschaft manifestiert und diese geformt hat, während gleichzeitig anthropogene und/oder naturräumlich bedingte Veränderungen im Ökosystem auf die Sozialstruktur einwirkten und diese zu (adäquaten) Reaktionen zwangen“ (Meier, 2004). Neben der Archäologie waren die wissenschaftlichen Disziplinen Anthropologie, Agrarökologie, Paläobotanik und Archäozoologie beteiligt. Drei mittelalterliche Gräberfelder<sup>1</sup> - Unterigling, Kelheim und der Petersberg (vgl. Lösch, in Vorb.) - aus unterschiedlichen Ökosystemen und unterschiedlicher Zeitstellung sollten im Hinblick auf die Wechselwirkung zwischen Ökosystemen, vorhandener Wirtschaftsweise und Sozialstruktur miteinander verglichen werden. Als Auswahlkriterium diente vor allem die Tatsache, dass die zum Gräberfeld gehörigen Siedlungen bekannt waren, was nicht selbstverständlich ist. Die auf dem Lechfeld gelegene Siedlung Unterigling war vom 6.-10. Jahrhundert n. Chr. bewohnt (Meier, 2004). Für den Kleinraum Kelheim ist eine Bewirtschaftung seit dem späten 4. Jahrhundert n. Chr. nachgewiesen (Meier, 2004). Mit seiner Lage am Zusammenfluss von Altmühl und Donau am Rande der Fränkischen Alb lag er in einem anderen Naturraum als Unterigling. Ziel des Projekts war es, einen umfassenden Eindruck von den Mensch-/Umwelt-Beziehungen des mittelalterlichen Altbaierns zu bekommen. Der Begriff „Altbaiern“ bezieht sich dabei auf das „rechtsrheinische, bayerische Staatsgebiet vor 1802 (Ober- und Niederbayern, Oberpfalz)“ (Brockhaus, 1997).

Da es sich um ein interdisziplinäres Projekt handelte, sollte nach der jeweiligen Datenerhebung die Vernetzung der einzelnen Projektteile an erster Stelle stehen. Bekanntermaßen ist die Datenfülle für das Mittelalter sehr hoch, nur der Austausch der einzelnen Disziplinen fehlte bisher (Grupe, 1985). Im gesamten Projekt sollten „die Daten der einzelnen Kleinräume jeweils zu einem systemischen Modell der mittelalterlichen Sozialstruktur und Wirtschaftsweise in ihrer Wechselwirkung mit dem lokalen Naturraum und in der zeitlichen Entwicklung zusammengefügt“ werden (Meier, 2004).

Unabdingbar ist hierfür ein umfassender anthropologischer Befund, welcher neben Alters- und Geschlechtsdiagnose auch die Bestimmung von Aktivitätsmustern und biologischen Parametern (wie z.B. Körperhöhe und Pathologien) beinhaltet. Anhand dieser Untersuchungen ist es zum einen möglich, die Struktur der Lebendbevölkerung mittels demographischer Daten zu rekonstruieren. Zum anderen können im Idealfall Aussagen über die Lebensumstände der betreffenden Bevölkerung

---

<sup>1</sup> Im Hinblick auf den späteren gesamteuropäischen Vergleich (Kap. 5.5) wird durchgehend die allgemeine Formulierung „Gräberfeld“ bzw. „Bestattungsplatz“ als Alternative zu dem christlich gefärbten Ausdruck „Friedhof“ verwendet. Vgl. auch den englischsprachigen Ausdruck „burial site“.

getroffen werden, welche in direktem Zusammenhang mit Ernährung, Wirtschaftsweise und Sozialstruktur stehen. Zur Rekonstruktion der Ernährung und bestimmter Umweltparameter bedient man sich in der Anthropologie der Analyse der stabilen Kohlenstoff- und Stickstoffisotope, welche aus dem Knochenkollagen extrahiert werden, sowie der stabilen Kohlenstoff- und Sauerstoffisotope aus der strukturellen Karbonatfraktion (vgl. Kap. 3.3).

Der Austausch zwischen den am Projekt beteiligten Disziplinen ist unerlässlich. Nur wenn von archäologischer Seite genügend Informationen über die Siedlungsform und die Stratigraphie eines Gräberfeldes vorliegen, können die demographischen Daten bzw. die Struktur der Lebendbevölkerung korrekt interpretiert werden. Um konkrete Aussagen über die Ernährung anhand der stabilen Isotope treffen zu können, sind Basisinformationen über das vorhandene Floren- und Faunenspektrum (vgl. Paläobotanik, Archäozoologie) wesentlich.

Das „Projekt Altbaiern“ ist zum Zeitpunkt der Abfassung dieser Dissertation noch nicht abgeschlossen. Leider kam es zu Verzögerungen in der Bereitstellung wesentlicher Daten durch andere am Projekt beteiligte Disziplinen, so dass der vorliegenden Arbeit nach etwa 1½-jähriger Laufzeit eine inhaltliche Wendung hin zu einer Betonung paläodemographischer Fragestellungen gegeben wurde. Mit der Rekonstruktion von Bevölkerungsentwicklungen in Raum und Zeit wird ein genuin anthropologisches Thema behandelt. Die in der Dissertation erarbeiteten Daten stehen zum geeigneten Zeitpunkt selbstverständlich zur im „Projekt Altbaiern“ intendierten Vernetzung zur Verfügung.

Im Rahmen der vorliegenden Dissertation wurden sämtliche demographischen Daten zweier frühmittelalterlicher Gräberfelder (Unterigling und Kelheim) erhoben, und es stellte sich die Frage, wie sich die Bevölkerungsstruktur dieser beiden Gräberfelder im Vergleich zu jener aus anderen mittelalterlichen Gräberfeldern in ganz Europa verhalten. Des Weiteren wurden die Funde einer Kirchengrabung (Zeholfing) aus Vergleichsgründen hinzugezogen, da es sich offenbar um eine privilegierte Bevölkerungsschicht handelte (Eibl, 2001; 2005). Auf diese Weise sollten eventuelle Veränderungen im diachronen und allopatrischen Vergleich festgestellt und interpretiert werden.

## **1.2 Das Leben im Mittelalter**

Als „Mittelalter“ wird im Allgemeinen der Zeitraum zwischen 500 und 1500 n. Chr. verstanden, welcher sich in drei Epochen gliedern lässt: Frühmittelalter (Mitte des 6. bis Anfang des 11. Jhdt. n. Chr.), Hochmittelalter (Anfang des 11. Jhdt. bis ca. 1250 n. Chr.) und spätes Mittelalter (ca. 1250 bis ca. 1500 n. Chr.).

Insbesondere für solche Epochen, in denen Schriftquellen selten sind und eher Aufschluss über den Alltag von Adel und Klerus denn über jenen des „gewöhnlichen Menschen“ geben, herrschen z.T. recht pauschale Ansichten über das tägliche Leben und Erleben. Diese werden im Folgenden kurz

zusammengefasst, obgleich derartige Allgemeinvorstellungen den kleinräumig zonierte Siedlungs- und Wirtschaftsräumen, sowie der durchaus hochkomplexen frühmittelalterlichen Gesellschaft Europas kaum gerecht werden können. Sie zeigen aber deutlich auf, wie wichtig umfassende Untersuchungen des konkreten Einzelfalls (Siedlung und Friedhof) für eine differenzierte Betrachtungsweise sind.

Im frühen Mittelalter war die Besiedlung Mitteleuropas noch relativ dünn. Rund 90% der Bevölkerung lebte auf dem Land (Lexikon des Mittelalters, 1981), oft unter ärmlichen und aufgrund des geringen technischen Fortschritts wenig bequemen Lebensumständen (Herlihy, 1980). Zudem war die Zeit vom Mittelalter bis in die Neuzeit hinein von fünf Seuchenzügen gekennzeichnet, welche verheerende demographische Auswirkungen hatten: „Aussatz, die Pest des Justinian, der schwarze Tod, die „Franzosen“ Seuche und der Englische Schweiß“ (Keil, 1986), von welchen die ersten beiden für das frühe Mittelalter relevant sind.

Mehrere aufeinander folgende Pestwellen zwischen 542 und 750 n. Chr. führten zu einer starken Dezimierung der Bevölkerung (Lexikon des Mittelalters, 1981; Grupe, 1986). Die geschätzte Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt betrug in dieser Zeit für Männer 25, für Frauen 23 Jahre (Lexikon des Mittelalters, 1981). Von 800 bis etwa 1150 n. Chr. kam es zu einem Bevölkerungswachstum von ca. 4,5 bis 5 auf 15 Personen pro Quadratkilometer (Henning, 1996; Hundsbichler, 1988). Um 1000 n. Chr. besiedelten etwa 8 Millionen Menschen den slawischen Raum, etwa 12 Millionen Menschen lebten in Mittel-, West und Nordeuropa (Hundsbichler, 1988). Durch diese Bevölkerungszunahme waren die Grenzen der Nahrungsversorgung bald erreicht („accidents of growth“, McCormick, 2001), ebenso stieß man an die natürlichen Grenzen der Ressourcen der Umwelt (Janssen, 1991). Der Ausbau der Dörfer ging zu Lasten des Waldes und der Weiden, wobei der Wald den Bauernfamilien als Grundlage der Viehhaltung diente. Die Haltung von Rindern spielte die größte Rolle, da sie als Hauptfleischlieferanten gelten. Durch die Zerstörung der (Wald-)Weiden wurden die Haltungsmöglichkeiten und somit auch die Fleischversorgung eingeschränkt (Bork et al., 1998). Das Bevölkerungswachstum hielt teilweise bis 1300 an, und die ersten Städte wurden gegründet (Grupe, 1986). Bis zum Ende des früh-Mittelalters gab es in Deutschland etwa 3500 Städte, 90 – 95% waren Klein- (bis zu 2000 Einwohner) oder Zwergstädte (bis zu 500 Einwohner). Um 1500 konnten in Deutschland bereits etwa 200 Groß- und Mittelstädte gezählt werden (Großstädte: ab 10000 Einwohner) (Lexikon des Mittelalters, 1981).

Das Bevölkerungswachstum und somit auch das rasche Wachstum der Städte wurde zunächst von den Hungersnöten der Jahre 1316 und 1317 und dann von der großen Pestwelle 1348-50 gebremst (Lexikon des Mittelalters, 1981). Der schwarze Tod reduzierte die Bevölkerung um 40 Prozent, lokal verstarben sogar bis zu 70 Prozent (Grupe, 1986). Die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt sank in dieser Zeit für Männer auf 20-21, für Frauen auf 17-18 Jahre (Lexikon des Mittelalters, 1981). Die Lebenserwartung der männlichen Individuen soll im Früh- und Hochmittelalter wahrscheinlich generell höher als jene der weiblichen Individuen gewesen sein. Das Leben der Frauen galt als kurz

und hart. Auch gingen sie viel schneller durch die einzelnen Phasen ihres Lebens (Kindheit, Jugendalter) als die männlichen Individuen (Herlihy, 1975). Die erhöhte Sterblichkeit der Frauen wird oft auf die Risiken durch Schwangerschaften und Geburten zurückgeführt (Acsádi & Nemeskéri, 1957; Brunner, 1972). Eine Frau musste aufgrund der hohen Säuglings- und Kleinkindersterblichkeit durchschnittlich 3,6 lebende Kinder bekommen, damit der Bevölkerungsstand erhalten blieb (Lexikon des Mittelalters, 1981). Nach anderen Quellen mussten sogar 4,76 lebende Kinder geboren werden (Jäger, 1987) (Die Säuglingssterblichkeit lag zu dieser Zeit bei rund 20%, die der Kinder und Jugendlichen insgesamt bei ca. 45-60%; Fehring, 1987).

Das Mittelalter war zudem nach Auffassung mancher Wissenschaftler von Mangelkrankungen geprägt. Besonders für Frauen war Eisenmangel ein Problem, da sie mehr Eisen benötigen als Männer (Bullough & Campbell, 1980).

Die Rolle der Frau umfasste auch die Verantwortlichkeit für den Haushalt, aufgrund des zunächst geringeren technischen Fortschritts eine wesentlich umfassendere und physiologisch belastendere Arbeit als heutzutage (Ennen, 1986). Die Lebensbedingungen der Frauen besserten sich erst im späten Mittelalter (Bullough & Campbell, 1980), als die Lebenserwartung der Frauen sogar über jene der Männer stieg (Herlihy, 1975). In den Städten herrschte teilweise ein Frauenüberschuss (Lexikon des Mittelalters, 1981). Hier begannen die Frauen auch in ihren eigenen Gewerben, wie beispielsweise als Garnmacherin, Goldspinnerin oder im Seidengewerbe, tätig zu werden (Ennen, 1986).

Wie erwähnt, war die Säuglings- und Kindersterblichkeit im Mittelalter sehr hoch (Arnold, 1986; Darby, 1977). Das Maximum lag bei 61% und ging erst ab dem 10. Jhd. zurück (Fehring, 1987). Anhand der Analyse der stabilen N-Isotope (vgl. auch Kap. 1.4) konnte bereits mehrfach festgestellt werden, wie lange die Kinder im Mittelalter gestillt wurden (Saunders & Barrans, 1999; Dittmann & Grupe, 2000). Muttermilch gilt als die beste Ernährung für Säuglinge. Sie enthält Immunglobuline, welche durch passive Immunisierung Infektionen verhindern. Außerdem gilt Muttermilch als steril und stellt somit selbst im Gegensatz zu anderen Lebensmitteln keine Infektionsquelle dar (Palloni & Tienda, 1986). Kuh- oder Ziegenmilch enthält zudem nicht alle für den Säugling lebensnotwendige Vitamine (Schutkowski, 1991) und ist deshalb als Anfangsnahrung weniger geeignet. Es wird davon ausgegangen, dass kranke Kinder länger gestillt wurden (Saunders & Barrans, 1999). Ein erhöhtes Sterberisiko für die Kinder bestand zum Abstillzeitpunkt (Hühne-Osterloh, 1997), weil nun der passive Immunschutz nicht mehr gegeben war und die Kinder anfälliger für Krankheiten wurden. Nach Thapa et al. (1988) musste teilweise die Entwöhnung sehr abrupt stattfinden, weil bereits eine erneute Schwangerschaft bestand.

Für den Tod von Kleinkindern sind meist Mangelernährung und Infektionskrankheiten, (welche sich am Skelett manifestieren können), verantwortlich (Kölbl, 2004; Schutkowski, 1991). Häufig werden an Kinderskeletten so genannte Cribra orbitalia (siebartige Läsion des Orbitadaches, welche durch Hyperplasie des blutbildenden Gewebes hervorgerufen wird) festgestellt, welche zwar für kein konkretes Krankheitsbild stehen, aber charakteristisch für ernährungsbedingte Anämien, etwa infolge

Eisen-, Folsäure- und Tryptophanmangel, sind (Hühne-Osterloh, 1997). Porotische Hyperostosen (spongiös-porotisch strukturierte Oberflächen von Skelettelementen) treten als Folge von Vitamin C Mangel auf und sind typischerweise in Gelenknähe lokalisiert (Grupe et al., 2005).

Ein weiterer Aspekt, welcher zu einer erhöhten Kindersterblichkeit beigetragen haben könnte, ist der aktive bzw. passive Infantizid: die bewusste Tötung bzw. die Vernachlässigung von Kindern, z.T. spezifisch eines der Geschlechter (Deutsches Institut für Fernstudien, 1990; Engel & Voland, 1993). Die historische Demographie konnte anhand von Kirchenbucheinträgen nachweisen, dass abhängig z.B. vom Status oder den Umweltbedingungen die Sterblichkeit von Jungen oder Mädchen erhöht sein konnte (Engel & Voland, 1993). In einigen Gebieten verstarb unter den Landbesitzern und Bauern ein außergewöhnlich hoher Anteil an Mädchen. Bei Kleinbauern, Handwerkern und Händlern hingegen war eine erhöhte Sterblichkeit der Jungen festzustellen (Schutkowski, 1991). Jenes Geschlecht, welches im späteren Leben potentiell bessere Chancen hatte, erhielt (aktiv oder passiv) das höhere Elterninvestment. Diese unbewussten Strategien der Eltern finden eine soziobiologische Erklärung: Der Landbesitzer braucht männliche Nachkommen, die seine Landwirtschaft weiterführen. Eine Tochter ließe ihn bei einer ungünstigen Heirat eventuell Land verlieren. Der Kleinbauer hingegen hat nicht genügend Land, welches er an Söhne weitergeben könnte. Für ihn wäre eine Tochter eine bessere „Investition“, da diese gegebenenfalls in eine reiche Familie einheiraten könnte. Diese Fortpflanzungsstrategien sind aber von Gebiet zu Gebiet unterschiedlich. Teilweise wurden genau gegenteilige Strategien beobachtet (Engel & Voland, 1993). Soziale Aspekte wie z.B. das Erbrecht dürften ausschlaggebend sein.

Sobald ein Kind ohne die ständige Fürsorge seiner Mutter, Kinderfrau oder Amme leben konnte, gehörte es zur Gesellschaft der Erwachsenen (Arnold, 1986). Die Kinder wurden als „nicht perfekte Erwachsene“ angesehen bzw. „unterschieden sich nicht von ihnen“ (Herlihy, 1978). Das siebte Lebensjahr galt als das Ende der Kindheit. Jungen verließen meist die Familie und gingen zur Schule oder ins Kloster (höher gestellte Familien) oder arbeiteten als Knecht (auf dem Land). Mädchen wurden auf ihr Leben als Haus- und Ehefrau vorbereitet (Arnold, 1986).

Leider „fehlen“ häufig Säuglings- und Kleinkinderskelette auf den Gräberfeldern. Teilweise wurden die Kinder nicht auf dem Hauptfriedhof bestattet (Saunders & Barrans, 1999), sondern beispielsweise im Wasser oder im Wald deponiert oder an anderen Orten außerhalb des Friedhofs bestattet (Schwidetzky, 1967). Es kann aber auch sein, dass die fragilen, da noch nicht vollständig mineralisierten, Knochen der Säuglinge und Kleinkinder aufgrund der geringen Tiefe, in der sie bestattet wurden, mit der Zeit leichter verloren gingen (Kölbl, 2004; Ulrich-Bochsler, 1997). Das Kleinkinderdefizit ist für die Paläodemographie ein sehr großes Problem, da die tatsächliche Sterberate der Kinder nie exakt bestimmt werden kann, sondern über demographische Kenndaten geschätzt werden muss (vgl. Kap. 3.4).

### **1.3 Rekonstruktion demographischer Daten aus einer Population Verstorbener**

Die Hauptaufgabe der Paläodemographie ist es, Aufbau, Umfang und Entwicklung von vor- und frühgeschichtlichen Populationen zu untersuchen und mit sozialen, kulturellen und ökonomischen Aspekten in Verbindung zu bringen (Acsádi & Nemeskéri, 1957, 1970; Weiss, 1976). Die Aussagen der Paläodemographie basieren auf überlieferten Sachrelikten, wie schriftlichen, archäologischen oder anthropologischen Funden. Die Paläodemographie ist infolge ihrer Positionierung zwischen der Bevölkerungswissenschaft, der Archäologie und der Anthropologie als interdisziplinäre Wissenschaft zu verstehen (Acsádi & Nemeskéri, 1957; Drenhaus, 1992). Ihre Anfänge wurden von Angel (1947) begründet, der versuchte, die Bevölkerungsstrukturen im alten Griechenland zu rekonstruieren (Acsádi & Nemeskéri, 1957). Da häufig keine schriftlichen Quellen von Bevölkerungen existieren, versucht die Paläodemographie, Informationen über die Dichte, Entwicklung und Verteilung von Populationen anhand archäologischer Skelettfunde zu erlangen (Acsádi & Nemeskéri, 1970).

Die prähistorische Anthropologie beschäftigt sich mit der Erschließung der Determinanten menschlicher Bevölkerungsentwicklung in Zeit und Raum, sowie einer Vielzahl von Aspekten der Alltagsgeschichtsforschung, soweit diese sich in ihren Ursachen und Folgen biologisch greifen lassen. Eine Population stellt dabei die kritische Einheit für eine hinreichende Charakterisierung von Lebensweise, Verhaltensmustern, Krankheitserleben, sozialer Interaktion und Umweltbeziehungen dar, welche unabweisbar im Kontext des jeweiligen Kulturkreises zu sehen ist (Grube et al., 2005).

Grundvoraussetzung der Paläodemographie ist die anthropologische Analyse von Skelettresten; mit Hilfe dieser Daten können Aussagen über Lebensverhältnisse und Sterbeverhalten getroffen und die Bevölkerung rekonstruiert werden. Eine genaue Analyse des Sterbealters und des Geschlechts von Skelettfunden ist nicht nur für die Paläodemographie von größter Wichtigkeit. Aufgrund der berechneten Daten zur Zusammensetzung der Bevölkerung entstehen auch neue Perspektiven für die Anthropologie (Acsádi & Nemeskéri, 1957), wie beispielsweise historisch-demographische oder allgemein-historische Kenntnisse. Bei bekannter Belegdauer eines Gräberfeldes können auch die durchschnittliche Populationsgröße wie auch die Anteile der Kinder und Alten pro Haushalt, die Haushaltsgröße sowie die Geburts-, Sterbe- und Zuwachsraten geschätzt werden (Acsádi & Nemeskéri, 1957; Angel, 1969).

Wichtig bei jeder demographischen Analyse ist aber die Frage nach der Repräsentanz der Skelettserie (Weiss, 1973). So wird beispielsweise die Berechnung der Lebenserwartung verfälscht, wenn in einer Bevölkerung Tote einer bestimmten Altersgruppe aufgrund von Sonderbestattungen nicht auf dem allgemeinen Bestattungsplatz auftauchen (Schwidetzky, 1967). Auch müssen gewisse Anforderungen an die Archäologie gestellt werden. Eine vollständige Bergung der Skelettreste und eine genaue Kenntnis des Belegungszeitraums eines Gräberfeldes sind die Grundvoraussetzung für eine demographische Rekonstruktion der Bevölkerung (Langenscheidt, 1985).

Wenn die Altersverteilung einer Bevölkerung bekannt ist, werden Sterbetafeln berechnet. Eine Sterbetafel wird aus der Kenntnis der Verteilung von Todesfällen in einer Ausgangspopulation im Laufe der Jahre erstellt. Das wichtigste ablesbare Ergebnis ist die durchschnittliche Lebenserwartung einer Kohorte (= Gruppe von Personen, die in einem bestimmten Zeitraum geboren sind) bei der Geburt bzw. die durchschnittliche verbleibende Lebensdauer der bis zu einem gewissen Alter Überlebenden (Mueller, 2006). Es muss also festgehalten werden, dass Sterbetafeln nur geeignet sind, die altersspezifische Sterblichkeit einer Bevölkerung unter ganz bestimmten, vielleicht sogar historisch einmaligen Gegebenheiten zu beschreiben. Die aus der jeweiligen Sterbetafel gewonnenen Erkenntnisse sollten nicht verallgemeinert werden (Esenwein-Rothe, 1982).

Eine Sterbetafel für Skelettfunde basiert normalerweise auf der morphologischen Schätzung des Sterbealters, ideal ist eine Einteilung in 5- bis 7-Jahresklassen (Herrmann et al., 1990). Doch genau diese Altersschätzung stellt für viele Autoren ein Problem dar (Bocquet-Appel, 1985; Bocquet-Appel & Masset, 1982, 1996; Königsberg & Frankenberg, 1992, 2002; Love & Müller, 2002; Weiss, 1976; Wittwer-Backofen, 1987). Es gilt als erwiesen, dass die Schätzung des morphologischen Sterbealters vor allem in den höheren Altersklassen zu ungenau ist, selbst wenn die „kombinierte Methode“, wie sie Nemeskéri et al. (1960) vorschlagen, verwendet wird. Sie beinhaltet als Altersschätzungskriterien die Veränderungen an der Facies symphysialis ossis pubis, der proximalen Humerusepiphyse, der proximalen Femurepiphyse sowie den Verknöcherungsgrad der Schädelnähte (vgl. Kap.3.1.3). Festgestellt wird das biologische Individualalter zum Todeszeitpunkt, welches vom kalendarischen abweichen kann.

In jüngerer Zeit lieferte oft die chronologische Bestimmung des Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement, welche zunächst als relativ genaue Methode galt, die Basisdaten für die Berechnung von Sterbetafeln (Czermak, 2003; Herbst, 2004; Wittwer-Backofen & Buba, 2002). Es zeichnet sich jedoch gegenwärtig ab, dass die über 40-jährigen oft zu jung geschätzt werden, ältere Personen einer Bevölkerung also nicht korrekt erfasst werden. Die geschätzte Lebenserwartung einer Bevölkerung würde in diesem Fall sinken, was natürlich zu einer Verfälschung der demographischen Daten führen würde (siehe Kap. 5.1 zur Diskussion der beiden Methoden der Bestimmung des Sterbealters).

Eine weitere modellbedingte Vereinfachung ist, dass bei der Berechnung von Sterbetafeln von stationären Bevölkerungen (Geburtenrate  $n$  = Sterberate  $m$ ) ausgegangen wird und so Fluktuationen der Bevölkerungen nicht erfasst werden können (Angel, 1969). Eine Lösung dieses Problems sollten die Sterbetafeln der UN (1955) liefern, welche Vergleiche mit rezenten Bevölkerungen ermöglichen.

Um die Probleme der Altersbestimmung zu umgehen, wurden statistische Computerprogramme entwickelt, welche die gewünschten Parameter einer Bevölkerung berechnen sollen (Hoppa & Vaupel, 2002; Königsberg & Herrmann, 2002; Pain, 1989; Weiss, 1976; Weiss & Smouse, 1976; Wood et al., 2002).

Bevorzugt wird die Likelihood-Schätzung, welche ein Alters-Muster für die Sterblichkeit eines ganzen Kollektivs schätzt, das Alter der Skelette bleibt dabei aber unbestimmt (Wood et al., 2002). Eine

derartige rein statistische Erhebung ohne Kenntnis der Individualdaten ist für die intendierte lebensnahe Rekonstruktion einer konkreten Population jedoch fraglich.

Einen weiteren und durchaus sinnvollen Lösungsansatz der Problematik lieferten Bocquet-Appel & Masset (1977). Sie gehen korrekt davon aus, dass das Alter von Kindern und Jugendlichen anhand des Zahnstatus (vgl. Schema Kap. 3.1.2) bzw. anhand des knöchernen Verschlusses der Epiphysenfugen (Hermann et al., 1990) relativ exakt bestimmt werden kann (vgl. Kap. 3.1.3). Die Ungenauigkeiten bei der morphologischen Altersbestimmung finden sich eher ab der adulten Altersklasse (von ca. 30 Jahren an), da hier die allgemeinen Lebensumstände eine höhere oder niedrigere Skelettalterungsrate bedingen. Genau dieses Problem umgehen Bocquet-Appel & Masset in ihren Berechnungsformeln, indem alle erwachsenen Individuen einer Bevölkerung als Gesamtheit betrachtet werden. Auf diese Weise stützen sich hier die demographischen Schätzwerte ausschließlich auf die genau altersbestimmbaren Individuen einer Population.

Die vorliegende Dissertation stützt sich teilweise auf die von Langenscheidt (1985) getroffenen Bevölkerungsvergleiche aus dem deutschen und europäischen Mittelalter. Langenscheidt verwendete in ihren Berechnungen die Formeln von Bocquet-Appel & Masset (1977), welche die erwachsenen Individuen einer Bevölkerung als Gesamtheit betrachteten, was eine Einteilung in Altersklassen überflüssig machte. Dennoch erhielt auch Langenscheidt ihre Daten aus in der jeweiligen Originalliteratur aufgestellten Sterbetafeln. Für Vergleiche mit früheren Untersuchungen musste für die vorliegende Arbeit die Datenerhebung auf jenen Stand gebracht werden, welcher für die meisten Autoren seinerzeit galt. Deshalb wurden Sterbetafeln für einige Gräberfelder neu berechnet. Außerdem wurden, abgesehen von der Lebenserwartung, nur solche Parameter verglichen, für welche Fehler in der Sterbealtersbestimmung vernachlässigt werden können (Maskulinitätsindex, Abhängigkeitsindex, Körperhöhe).

Bereits seit geraumer Zeit wird vermutet, dass das europäische Mittelalter eine Zeit demographischer Umwälzungen war.

Langenscheidt (1985) konnte in ihren Untersuchungen mehrerer Gräberfelder des europäischen Mittelalters einen Abfall der Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt im Laufe des Mittelalters feststellen. Diese Ergebnisse untermauern die These, dass sich die Bevölkerungssituation vom frühen bis zum späten Mittelalter verschlechterte (Grupe, 2003).

Ein wichtiger Punkt ist auch die Kenntnis der sozialen und naturräumlichen Parameter, welche sich auf Bevölkerungsstrukturen auswirken. Zum einen ist hierbei an die biologische Vernachlässigung des einen oder anderen Geschlechts zu denken, zum anderen aber auch an Hunger- oder Kriegszeiten, welche eine Bevölkerung dezimieren können.

## 1.4 Methodischer Beitrag der Anthropologie zum „Projekt Altbaiern“

Die Anthropologie ist die Lehre vom Menschen (aus dem griechischen „ánthrōpos“ = Mensch; „lógos“ = Lehre) und befasst sich somit mit der Stellung des Menschen in der Natur (Grupe et al., 2005). Sie besteht aus vielen Teilgebieten, die sich sowohl mit Bau und Funktion des menschlichen Körpers als auch mit historischen Mensch-Umwelt-Beziehungen beschäftigen. Die prähistorische Anthropologie versteht sich als Bevölkerungsbiologie von Menschen früherer Zeiten (Grupe et al., 2005).

„Menschliche Skelettfunde stellen eine einzigartige Informationsquelle bezüglich der genetischen und physiologischen Anpassung unserer Vorfahren an die Herausforderungen der natürlichen und soziokulturellen Umwelt dar“ (Grupe et al., 2005). So können aufgrund von Knochen- und Zahnfunden die Lebensbedingungen früherer Populationen untersucht und auf eventuelle Krankheiten und Seuchen geschlossen werden. Im Idealfall ist es möglich, die Lebensweise der betreffenden Lebendbevölkerung zu rekonstruieren.

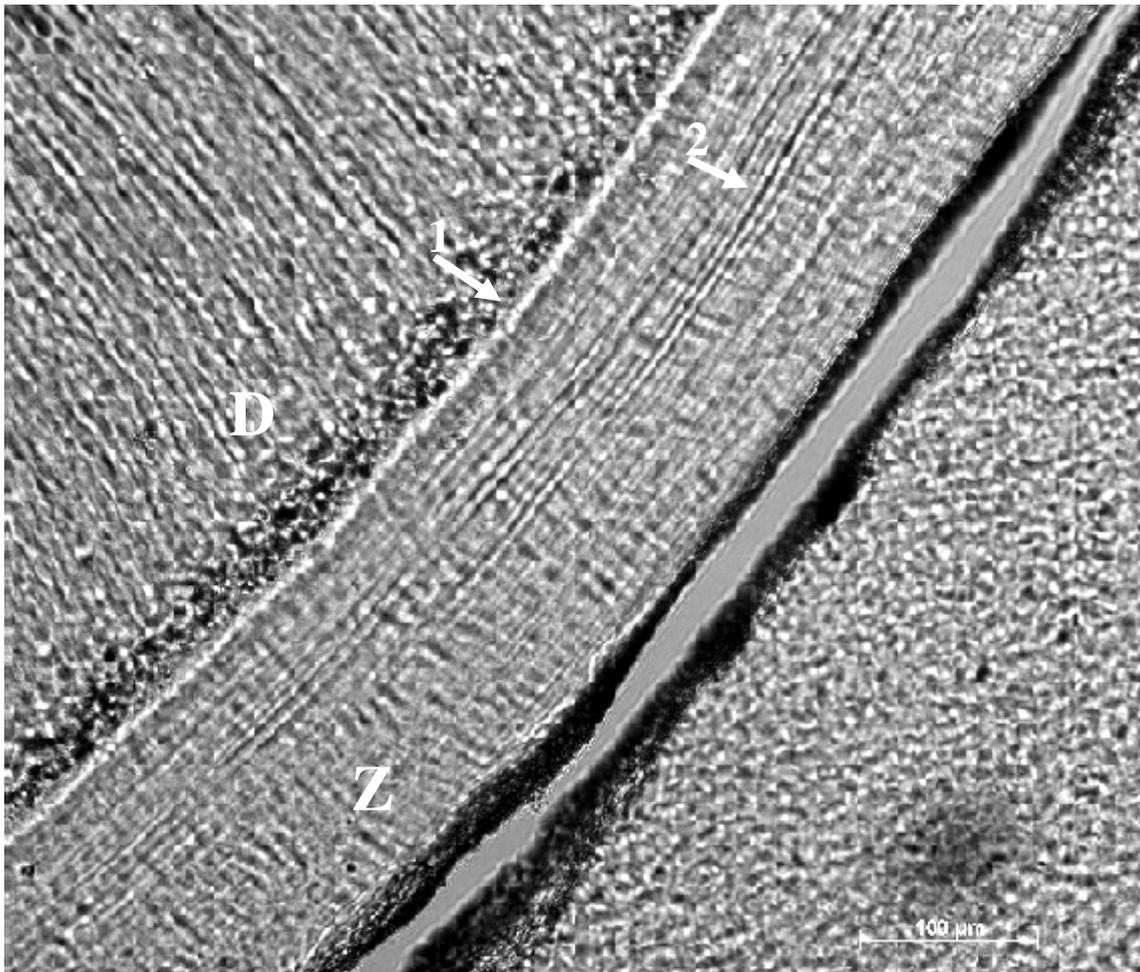
In früheren Zeiten hat man sich dabei nur auf die Morphognostik beschränkt. Auf diese Weise konnte das Alter, Geschlecht, Körperhöhe und eventuelle Pathologien bestimmt werden (vgl. Kap. III). Besonderen Wert wurde auch auf die Vermessung einzelner Körperteile, beispielsweise des Schädels, und die Vergleiche mit anderen Populationen gelegt (Rösing & Schwidetzky, 1977; 1981). Im Rahmen des technischen Fortschrittes entwickelte sich ein neues Arbeitsfeld in der Anthropologie, welches sich mit der naturwissenschaftlichen Untersuchung von Sachüberresten befasst (Herrmann, 1994). Mit Hilfe der Archäometrie ist es möglich, die Skelette auf einer molekularen, submolekularen und kristallinen Ebene zu untersuchen (Grupe et al., 2005) und so neue Antworten bezüglich der Lebensweisen früherer Populationen zu erhalten. So ist es z.B. möglich, den Abstillzeitpunkt von Kindern zu bestimmen (Dittmann & Grupe, 2000) oder die Ernährungsgewohnheiten verschiedener historischer Bevölkerungen zu rekonstruieren (Ambrose, 1986; Ambrose et al., 1997; Asam et al., 2004; Bocherens, 1997; Grupe et al., 2003a; Lösch, 2003), d.h. Zugriff auf die Verhaltensebene zu bekommen.

Dekompositionsartefakte stellen jedoch bei der Dateninterpretation ggf. erhebliche Probleme dar.

Im Folgenden werden einige Arbeitsweisen der Anthropologie, welche in der vorliegenden Arbeit angewandt wurden, kurz beschrieben. Hier soll nicht der morphologische Befund der Skelette als Basis jeder anthropologischen Untersuchung im Vordergrund stehen, worauf in Kap. III eingegangen werden wird. Vielmehr stehen in folgendem Kapitel jene invasiven Methoden im Vordergrund, welche eine Zerstörung von Knochen- oder Zahnproben voraussetzen, um an die gewünschte Information zu gelangen; zum einen die Bestimmung des chronologischen Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement, zum anderen die Analyse der stabilen Kohlenstoff-, Stickstoff- und Sauerstoffisotope.

### Bestimmung des chronologischen Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement

Im azellulären extrinsischen Fremdfaserzement (AEFC) vieler Säugetiere, einschließlich der Primaten, werden nach erfolgtem Zahndurchbruch pro Jahr zwei Ringe durch appositionelles Wachstum angelagert: je ein optisch dunkler, etwas stärker mineralisierter Ring im Sommer und ein optisch heller, mindermineralisierter Ring im Winter (Morris, 1972). Jeweils ein solches Ringpaar repräsentiert daher ein Lebensjahr (Abb.1)



**Abb. 1:** Gut erhaltene Zementschicht des Individuums „U. 18“. D: Dentin, Z: Zement; →: 1. Durchtrittslinie; 2. drei aufeinander folgende, deutlich mindermineralisierte Ringe

Bei manchen Individuen werden pro Jahr vier Ringe gebildet. Hier spricht man vom so genannten „Doubling“. Das Phänomen des Doublings wurde schon von einigen Autoren beschrieben, ist dabei aber nur bei einem Teil der untersuchten Population und nur in einem sehr geringen Prozentsatz nachgewiesen (Beilner, 2000; Cipriano-Bechtle, 1994; Condon et al., 1986; Großkopf, 1988; Grue & Jensen, 1979). Im Fall eines „Doublings“ würde demnach das chronologische Sterbealter stark überschätzt. Ein Abgleich zwischen chronologischem und morphologisch bestimmten Sterbealter ist also stets wichtig (Grupe et al., 2005).

Die Bestimmung des chronologischen Sterbealters kann zudem bei Leichenbränden angewendet werden, da die Zementschicht nach der Verbrennung in der Regel auf der Zahnwurzel verbleibt (Großkopf, 1989).

Als zellfreies Gewebe unterliegt das AEFC keinem Umbau (Kronfeld, 1938, Lindskog et al., 1987). Durch das Auszählen der Zementringe und Hinzuaddieren des Durchbruchalters des jeweiligen Zahnes kann das chronologische Sterbealter des untersuchten Individuums im Idealfall mit einer Genauigkeit von  $\pm 2,5$  Jahren bestimmt werden (Kagerer & Grupe, 2001a).

Bereits in den sechziger Jahren wurde die Zahnzementanalyse von Wildbiologen zur Altersbestimmung an Wildtieren verwendet. Die Bestimmung des Individualalters am Zahnzement von Säugetieren wurde schon von vielen Arbeitsgruppen durchgeführt, setzt sich als Routinemethode am Menschen jedoch erst langsam durch (Kagerer, 2000). Das beruht unter anderem auf der Tatsache, dass die Strukturaufklärung beim Menschen schwierig ist. Es besteht die Theorie, dass die Zahnzementringe in höherem Alter auf engstem Raum gebildet werden und deshalb nicht mehr deutlich erkannt werden können. Hier besteht aber noch Forschungsbedarf.

Folgende Spezies wurden bisher untersucht:

- Ödland-Karibu (*Rangifer tarandus groenlandicus*) (McEwan, 1963)
- Bison (*Bison bison*) (Novakowski, 1965)
- Weißwedelhirsch (*Odocoileus virginianus*) (Ransom, 1966)
- Schwarzbär (*Ursus americanus*) (Marks & Erickson, 1966)
- Koyote (*Canis latrans*) (Linhart & Knowlton, 1967)
- Wapiti (*Cervus canadensis*) (Keiss, 1969)
- Grauhörnchen (*Sciurus carolinensis*) (Fogl & Mosby, 1978)
- Elch (*Alces alces*) (Gasaway et al., 1978)
- Japanischer Makake (*Macaca fuscata*) (Wada et al., 1978)
- Weißbüscheläffchen (*Callithrix jacchus*) (Stott et al., 1980)
- Rhesusaffe (*Macaca mulatta*) (Kay et al., 1984)
- Gorilla (*Gorilla gorilla*) (Cipriano, 2002)
- Schimpanse (*Pan troglodytes*) (Cipriano, 2002)

Bei Tieren, welche in einem deutlicheren Jahresrhythmus leben als Menschen, konnten auch schon einige Hypothesen zur Ringbildung aufgestellt werden. Zum Beispiel wurde erkannt, dass die unterschiedliche Mineralisationsdichte vom Jahresrhythmus abhängig ist (Grue & Jensen, 1976) und dass die Ernährung (Grue & Jensen, 1976; Lieberman, 1993; 1994) sowie hormonelle Schwankungen (Morris, 1972) bei der Ringbildung eine Rolle spielen.

Großkopf konnte 1988 nachweisen, dass die Methode der Altersbestimmung anhand des Zahnzementes auch auf bodengelagerte Zähne anwendbar ist - soweit die einzige Methode zur Bestimmung des chronologischen Alters an Skelettfunden.

Cipriano-Bechtle et al. (1996) konnten zeigen, dass in einer frühmittelalterlichen Population ein höheres Lebensalter erreicht wurde als zunächst aufgrund morphologischer Befunderhebung angenommen.

Einige andere Autoren konnten allerdings feststellen, dass das Alter von Individuen mittels morphologischer Altersschätzung deutlich überschätzt wurde (Herbst, 2004; Strott, 2003; Strott & Grupe, 2003), d.h. die Individuen morphologisch älter geschätzt wurden, als sie tatsächlich waren. Es stellt sich also die Frage nach der Validität der Methode für höhere Individualalter.

In neuerer Zeit wurde die Hypothese aufgestellt, dass das Zahnzement ab einem bestimmten Alter wieder abgebaut wird (Pilloud, 2004), wodurch sich der Unterschied zwischen chronologischer und morphologischer Sterbealtersbestimmung insbesondere in höheren Altersklassen erklären würde.

Für die Untersuchungen am Zahnzement werden Querschnitte der Zahnwurzel hergestellt. Die Anlagerungslinien im Zement werden, beginnend mit der meist deutlich ausgeprägten Durchtrittslineie (Abb. 1) (Kagerer & Grupe, 2001b), ausgezählt. Das spezifische Durchbruchsalter des entsprechenden Zahnes wird zu der manuell ermittelten Anzahl an Ringen addiert (Großkopf, 1990). Es stellte sich heraus, dass sich Prämolaren für die Altersbestimmung anhand des Zahnzementes am besten eignen (Charles et al., 1986; Condon et al., 1986), weil sie einen relativ konstanten Durchtrittszeitraum mit einer Schwankung von  $\pm 1,55$  Jahren haben (Schumacher et al., 1990), obgleich die Darstellung der Zuwachsringe potentiell an allen Zahntypen gelingt.

Welche Faktoren für die Ringbildung beim Menschen verantwortlich sein könnten, wird bis heute zumeist nur vermutet, da diese experimentell nicht zugänglich sind. Kagerer (2000) stellte in seiner Studie an frisch extrahierten Zähnen von Patienten bekannten Individualalters und bekannter Anamnese fest, dass immer dann ein auffällig mindermineralisierter Ring ausgebildet war, wenn das betreffende Individuum einen erhöhten Kalzium-Bedarf hatte, welcher vermutlich zu einem relativen Kalzium-Mangel am Ort der Zementogenese führte. Im untersuchten Patientenkollektiv bestand eine eindeutige Koinzidenz zwischen der Ausbildung eines hypomineralisierten Ringes und einer im fraglichen Jahr bestehenden Schwangerschaft, oder einer durchlebten „Kalzium-Zehrenden“ Erkrankung wie skelettale Traumata oder Nierenfunktionsstörungen (Kagerer & Grupe, 2001a).

In einer Studie an großen Menschenaffen konnte Cipriano (2002) zeigen, dass Zootiere im extrem kalten Winter 1963 einen mindermineralisierten Ring ausbildeten, also ebenfalls in Zeiten erhöhten Kalzium-Bedarfes (vgl. verstärktes Muskelzittern). Demzufolge ist das Zahnzement auch ein „Archiv“ für Lebenslaufparameter. Die hypomineralisierten Ringe können sehr leicht an ihrer auffälligen Transparenz erkannt werden. Außerdem sind sie teilweise dicker als die „normalen“ im Winter gebildeten hellen Ringe. Auch die Durchtrittslineie ist hypomineralisiert und daher besonders auffällig (Kagerer & Grupe, 2001b).

Im Detail bekannt ist jedoch der generelle Bau und die Funktion des Zements.

Die Zementbildung beruht auf einer Mineralisation zementaler Abschnitte des Desmodonts. Die Linien im Zement entstehen durch die unterschiedliche Mineralisation einzelner Schichten (Schroeder, 1987). Das Zement ist lamellär aufgebaut, was sich dadurch erklären lässt, dass die Matrixbildung und die nachfolgende Mineralisation schubweise erfolgen.

Beim Menschen lassen sich fünf Zementarten morphologisch und funktionell voneinander unterscheiden (Schroeder, 1986, 1987, 1992a), welche in Tabelle 1 schematisch beschrieben sind.

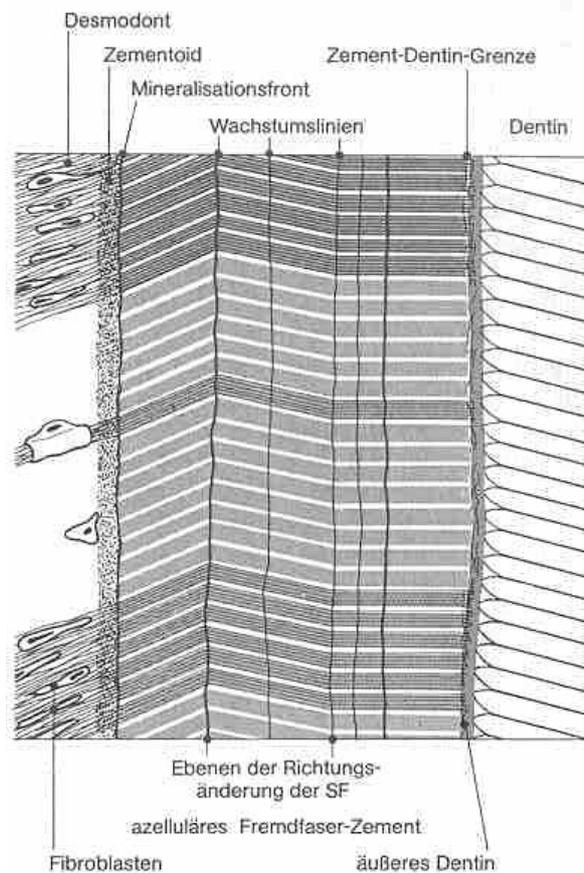
**Tabelle 1:** Zementarten nach Schroeder (1986)

Zementart	Abkürzung	Organische Komponenten	Lokalisation	Funktion
azelluläres, afibrilläres Zement	AAC	homogene Matrix, keine Zellen, keine Fasern	an der Schmelz-Zement-Grenze, auf dem Schmelz	unbekannt
azelluläres Fremdfaserzement	AEFC	Kollagen-Fibrillen (Sharpeysche Fasern), keine Zellen	zervikal bis zur Wurzelmitte	Zahnverankerung
zelluläres Eigenfaserzement	CIFC	Kollagen- Eigenfasern, Zementozyten	apikale und interradikuläre Wurzeloberflächen, Resorptionslakunen, Frakturspalten	Adaptation, Reparation
azelluläres Eigenfaserzement	AIFC	Kollagen- Eigenfasern ohne Zellen	apikale und interradikuläre Wurzeloberflächen	Adaptation
zelluläres Gemischt-faserzement (AEFC + CIFC/AIFC)	CMSC	Kollagen- Eigenfasern und Kollagenfasern als Sharpeysche Fasern, Zementozyten	apikale und interradikuläre Wurzeloberflächen	Adaptation, Zahnverankerung

Für die Zahnzementanalyse wird das azelluläre Fremdfaserzement (AEFC) verwendet (Abb. 2). Es enthält keine Zementozyten (Radlanski, 1997) und besteht aus dicht gepackten Bündeln von Sharpey-Fasern (*extrinsic fibers*), die radiär verlaufen (Schroeder, 1987, Schumacher et al., 1990). Die Entstehung des azellulären Fremdfaserzementes ist auf die Aktivität von Fibroblasten zurückzuführen (Schumacher et al., 1990). Es ist noch nicht bekannt, ob auch Zementoblasten an der Entstehung beteiligt sind (Schroeder, 1987).

In Dünnschnitten kann man die dicht nebeneinander liegenden Linien erkennen, die ein Ausdruck für die schubweise erfolgende Zementogenese sind.

Im AEFC können zusätzlich auch Inseln von azellulärem-afibrillärem Zement zu finden sein. Es ist im zervikalen Drittel der Zahnwurzel zu erkennen, kann sich aber nach apikal ausbreiten. Die Dicke des azellulären Fremdfaserzementes kann zwischen 30 und 230µm betragen (Schumacher et al., 1990).



**Abb. 2:** Azelluläres Fremdfaserzement (Schroeder, 1987); SF: Sharpey Fasern

Von vielen Autoren (vgl. Kagerer 2000) wird die Analyse des Zahnzementes als geeignetes Kriterium zur Altersbestimmung sowohl von rezentem als auch von historischem Skelettmaterial erachtet. Unklar ist dennoch, wie diese alternierende Ringbildung zustande kommt und ob die Ringe ab einem gewissen Alter wieder abgebaut werden.

### Stabile C-, N- und O-Isotope

Um eine Bevölkerung genau zu verstehen, sind detaillierte Informationen über die Umweltbedingungen, unter welchen sie lebte, von größter Wichtigkeit. Anhand stabiler Kohlenstoff-, Stickstoff- und Sauerstoffisotope aus dem Knochenkollagen bzw. der strukturellen Karbonatfraktion des Knochenminerals können zahlreiche Umweltparameter „abgelesen“ werden. So kann ermittelt werden, von welchen Pflanzentypen ( $C_3$ - oder  $C_4$ -Pflanzen) sich eine Bevölkerung ernährte und ob sie regelmäßigen Zugang zu tierischem Protein hatte. In begrenztem Maße sind auch Rückschlüsse auf das Migrationsverhalten von Populationen möglich. Die Rekonstruktion der Ernährung ist für die historische Umweltforschung ein besonders wichtiges Arbeitsgebiet.

Ein Atom ist die Grundeinheit eines Elements, welches durch die Anzahl an Protonen in seinem Atomkern definiert wird. Kohlenstoff (C) besitzt sechs, Stickstoff (N) sieben und Sauerstoff (O) acht

Protonen. Ein Atom besitzt neben den Protonen noch Elektronen und Neutronen. Die Ordnungszahl und die Massenzahl identifizieren ein Atom. Die Ordnungszahl  $Z$  entspricht den positiven Elementarladungen im Atomkern, d.h. der Anzahl der Protonen. Die Massenzahl  $A$  gibt die Gesamtzahl der Nukleonen, d.h. der Protonen und Neutronen zusammen, an. Die Ordnungszahl ist für die chemischen Eigenschaften eines Elements entscheidend, während die Masse hierfür von untergeordneter Bedeutung ist. Atome gleicher Ordnungszahl, aber unterschiedlicher Massenzahl bezeichnet man als Isotope. Die unterschiedliche Massenzahl ergibt sich aus der unterschiedlichen Zahl von Neutronen. Da die chemischen Eigenschaften von Isotopen sehr ähnlich sind, verhalten sie sich chemisch gleich, nicht jedoch physikalisch (Mortimer, 1996).

Die häufigen Formen der in der vorliegenden Arbeit untersuchten Isotope sind:  $^{12}\text{C}$ ,  $^{14}\text{N}$  und  $^{16}\text{O}$ , des Weiteren gibt es die  $^{13}\text{C}$ -,  $^{15}\text{N}$ -,  $^{17}\text{O}$ - und  $^{18}\text{O}$ -Isotope. Durch das höhere Gewicht der schwereren Isotope werden geringere Bewegungs- und Diffusionsraten im Vergleich zu den leichteren Isotopen erreicht (kinetische Isotopeneffekte). Die leichten Isotope gehen auch schneller physikalische Reaktionen ein. So ändern sich Gefrier-, Schmelz-, Kondensations-, Kristallisations- und Evaporationspunkte wie auch die Geschwindigkeit dieser Prozesse (Gleichgewichts-Isotopen-Effekt). Aufgrund von Isotopenfraktionierung kann es zu erheblichen Unterschieden zwischen bzw. innerhalb von Habitaten ( $\text{C}_3/\text{C}_4$ -Umwelt; „Baldachin-Effekt“), Teilen der natürlichen Umwelt oder verschiedenen biologischen Grundsubstanzen kommen (Mays, 2000).

Im Gegensatz zu instabilen radioaktiven Isotopen zerfallen stabile Isotope im Laufe der Zeit nicht und können daher nicht für die radiometrische Datierung verwendet werden. Schwere Isotope machen nur einen geringen Teil in einem Element aus ( $^{13}\text{C}$ : 1,11%;  $^{15}\text{N}$ : 0,36%).

Bei der Messung der stabilen Isotope wird das Verhältnis des schweren zum leichten Isotop in Bezug auf das entsprechende Verhältnis in einem Standard-Material gesetzt. Dieses Verhältnis drückt sich als  $\delta$ -Notation in ‰ aus, wobei die  $\delta$ -Notation nach folgender Regel berechnet wird:

$$\delta(\text{‰}) = [(R_{\text{Probe}}/R_{\text{Standard}}) - 1] \times 1000 \quad (\text{McKinney et al., 1950 in Ambrose 1993})$$

Dabei bezeichnet  $R$  das Verhältnis des schweren zum leichten Isotop. Die  $\delta$ -Werte können je nach Standard positiv oder negativ sein. Je positiver der  $\delta$ -Wert einer Probe, desto mehr ist sie mit dem schweren Isotop angereichert. Ein negativerer  $\delta$ -Wert bedeutet eine Abreicherung.

Da die meisten biologischen Substanzen weniger  $^{13}\text{C}$  als der Standard (PDB = fossiler mariner Kalkstein des Cephalopoden *Belemnitella americana*; Craig, 1957 in Ambrose, 1993) enthalten, ist  $\delta^{13}\text{C}$  zumeist negativ. Dagegen ist der  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert normalerweise positiv, da die meisten biologischen Substanzen mehr  $^{15}\text{N}$  enthalten, als der Standard (Luft-Stickstoff) (Mays, 2000).

### **Stabile C- und N-Isotope im Knochenkollagen**

Kollagen vom Typ I kommt in Knochen, Dentin, Haut- und Muskelgewebe vor und ist somit das häufigste Strukturprotein bei Wirbeltieren. Es gehört zur Gruppe der helicalen Proteine, und an jeder dritten Position ist die Aminosäure Glycin eingebaut. Weitere typische Aminosäuren des Kollagens sind Hydroxyprolin (10%) und Prolin (12,5%). Zu geringeren Prozentsätzen kommen saure Aminosäuren, wie Glutaminsäure (7,2%) und Asparaginsäure (4,7%) vor (Koch et al., 1994) (vgl. Tabelle 2).

Das Kollagen macht insgesamt 20-25% des Trockengewichtes eines Knochens aus. Derzeit sind insgesamt mindestens 18 Kollagen-Typen bekannt, welche sich in ihrem Gehalt an Hydroxy-Lysin und ihrer Tertiärstruktur unterscheiden (Balzer et al., 1997).

Das Knochenkollagen besitzt einige Struktur-Besonderheiten, welche dazu führen, dass es wasserunlöslich und extrem robust ist. Zum einen wird dies durch Glycin, die kleinste Aminosäure, bewirkt, welche an jeder dritten Stelle der Aminosäuresequenz gebunden ist wodurch sich eine sehr enge Superhelix aus drei  $\alpha$ -helicalen Molekülen bilden kann. Die Wasserstoffbrückenbindung zwischen den  $\alpha$ -Helices werden durch das Hydroxyprolin zusätzlich stabilisiert. Das Kollagen ist durch den Mineralanteil des Knochens wie in einer Kapsel eingeschlossen, was seine Beständigkeit während der Liegezeit bewirkt (Balzer et al., 1997).

Durch diese Besonderheit ist das Kollagen hervorragend für die Analyse stabiler Isotope geeignet. Es ist ferner auch Substrat der  $^{14}\text{C}$ -Datierung. Kollagen erneuert sich in lebenden Individuen nur etwa alle 10-30 Jahre vollständig, weshalb Aussagen über die alltägliche Grundnahrung von Individuen über einen längeren Zeitraum getroffen werden können (Ambrose, 1993).

**Tabelle 2:** Zusammensetzung des Kollagens (nach Ambrose, 1993).

Aminosäure	% der Aminosäuren im Kollagen	C-Atome pro Aminosäure	% C im Kollagen	N-Atome pro Aminosäure	% N im Kollagen	$\Delta^{13}\text{C}\%$	$\Delta^{15}\text{N}\%$
Asparginsäure	4,4	4	4,61	1	3,69	-1,2	1,3
Hydroxyprolin	8,9	5	11,65	1	7,47	-0,5	3,6
Threonin	1,7	4	1,78	1	1,43	3,4	-8,5
Serin	3,6	3	2,83	1	3,02	2,8	-1,7
Glutaminsäure	7,4	5	9,69	1	6,21	1,8	2,1
Prolin	13,0	5	17,02	1	10,91	0,0	2,0
Glycin	33,4	2	17,49	1	28,22	3,5	-2,1
Alanin	11,2	3	8,8	1	9,4	-2,9	0,8
Valin	2,5	5	3,27	1	2,1	-8	7,5
Methionin	0,5	5	0,65	1	0,42		
Isoleucin	0,9	6	1,41	1	0,76	-2,3	-3,7
Leucin	2,3	6	3,61	1	1,93	-12,3	8,5
Tyrosin	0,3	9	0,71	1	0,25		
Phenylalanin	1,2	9	2,83	1	1,01	-6,5	2,3
Hydroxylysin	0,5	6	0,79	2	0,84	-1,9	0,2
Lysin	2,7	6	4,24	2	4,53	-1,7	1,0
Histidin	0,5	6	0,79	3	1,26		
Arginin	5,0	6	7,85	4	16,78	-3,4	-2,7

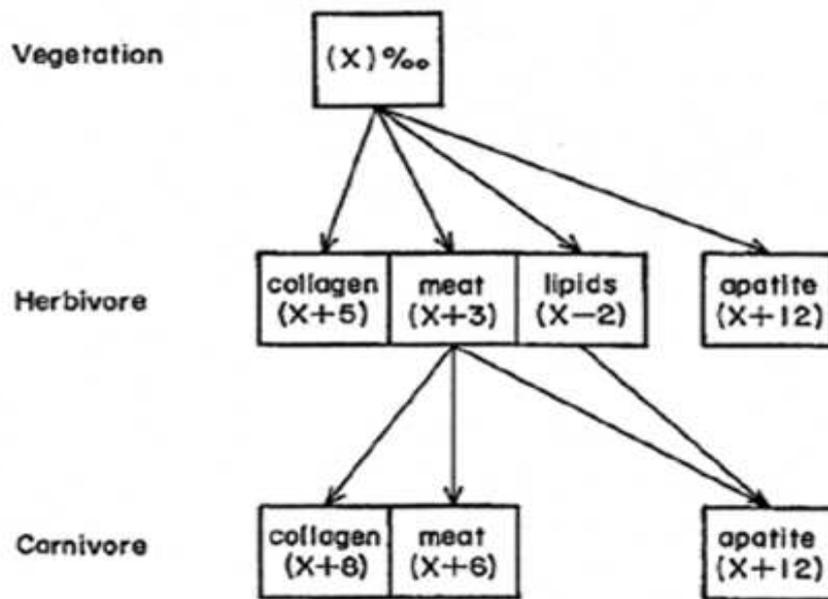
Die C- und N-Isotope im Kollagen reflektieren bedingt durch den Baustoffwechsel den Proteinanteil der Nahrung, wogegen die aufgenommenen Kohlenhydrate in den Isotopen des Kollagens „unterrepräsentiert“ sind (Ambrose, 1993; Ambrose & Norr, 1993).

Die Zusammensetzung der Aminosäuren im Kollagen verschiedener Säugetiere ist gleich. Die  $\delta^{13}\text{C}$ - und  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte spiegeln jedoch bei verschiedenen Tieren eine unterschiedliche Ernährung wider (Schoeninger & DeNiro, 1984) und lassen Nahrungsnetze innerhalb von Ökosystemen rekonstruieren.

### $^{13}\text{C}$ im Kollagen ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{K0}}$ )

Der  $\delta^{13}\text{C}$ -Wert im Kollagen spiegelt die Herkunft des pflanzlichen und tierischen Proteins wider. Er lässt somit Rückschlüsse auf die Isotopenzusammensetzung der Pflanzen an der Basis der Nahrungskette zu.

Basierend auf dem Nahrungsnetzmodell von Krueger und Sullivan (1984), erstellten Lee-Thorp et al. (1989a) ein Fraktionierungsschema für die Flora und Fauna Südafrikas (Abb. 3), worin die Anreicherung des  $^{13}\text{C}$  im Gewebe der Konsumenten dargestellt wird.



**Abb. 3:** Fraktionierungsschema nach Lee-Thorp et al. (1989)

Der Unterschied der  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte im Kollagen von  $\text{C}_3$ - und  $\text{C}_4$ -Pflanzen beruht auf der unterschiedlich starken Diskriminierung gegen  $^{13}\text{C}$ . Die Gründe hierfür werden im Folgenden erklärt.

Bei  $\text{C}_3$ -Pflanzen erfolgt die Kohlenstoff-Fixierung bei der Photosynthese durch die Anlagerung an Ribulose-1,5-bis-phosphat. Dieser erste Schritt des Calvin-Zyklus wird durch die Ribulose-1,5-bisphosphat-Carboxylase („Rubisco“) katalysiert. Das erste Produkt der Kohlenstoff-Fixierung ist 3-Phosphoglycerat, eine Verbindung mit 3 C-Atomen, weswegen diese Pflanzen als  $\text{C}_3$ -Pflanzen bezeichnet werden (Campbell, 1997). Wichtige  $\text{C}_3$ -Nahrungspflanzen sind unter anderem Weizen, Reis, Hülsenfrüchte, Nüsse, Gräser der Gebirge und Feuchtgebiete, die meisten Gemüsearten und der größte Teil der Früchte.

$\text{C}_3$ -Pflanzen enthalten weniger  $^{13}\text{C}$  als die Atmosphäre. Enzymatische und physikalische Prozesse sind die Ursache für die Diskriminierung gegen die schwereren  $^{13}\text{C}$ -Isotope zugunsten der leichteren  $^{12}\text{C}$ -Isotope. Bei der Diffusion des  $\text{CO}_2$  durch die Spaltöffnungen der Blätter kommt es zu einer Fraktionierung von  $-4\text{‰}$  (Lajtha & Marshall, 1994). Auch Rubisco diskriminiert weiter gegen die schweren C-Isotope. Diese zusätzliche Fraktionierung beträgt  $-29\text{‰}$ . Würde davon ausgegangen, dass die Kohlenstoff-Fixierung nur durch Enzyme bedingt wäre, hätten die  $\text{C}_3$ -Pflanzen  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von etwa  $-36\text{‰}$ . Bei einer Aufnahme des  $\text{CO}_2$  nur durch Diffusion würden die  $\text{C}_3$ -Pflanzen  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von  $-11\text{‰}$  aufweisen. Die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von Pflanzen hängen also vom Verhältnis zwischen der enzymatischen Weiterverarbeitung und dem Eintrag an  $\text{CO}_2$  durch Diffusion ab. Des Weiteren spielen die Verfügbarkeit von Wasser und Nährstoffen, der  $\text{CO}_2$ -Partialdruck, die Temperatur und die Lichtintensität eine Rolle. Die gemessenen  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der  $\text{C}_3$ -Pflanzen liegen meist bei  $-26\text{‰}$  bis  $-27\text{‰}$ , können aber zwischen  $-22\text{‰}$  (bei Wasserstress) bis  $-37\text{‰}$  (unter dichter Laubkrone → „Baldachin-Effekt“) variieren (van der Merwe, 1989). Durch den so genannten „Baldachin-Effekt“

entstehen die negativsten terrestrischen  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte (van Klinken et al., 2000). Von Pflanzen im Unterholz der Wälder wird biogenes  $\text{CO}_2$  wiederverwertet, welches sich aber kaum mit dem atmosphärischen  $\text{CO}_2$  vermischen kann. Weil die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von atmosphärischem  $\text{CO}_2$  aber mit der Fixierung durch die Bäume sinken, weisen Blätter, welche dieses abgereicherte  $\text{CO}_2$  in der Nähe des Waldbodens aufnehmen, niedrigere  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte (bis  $-37\text{‰}$ ) auf. Entsprechend nehmen die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der Blätter mit zunehmender Höhe über dem Waldboden zu (Ambrose, 1993). Werden also besonders niedrige  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte bei einer terrestrischen Spezies beobachtet, könnte dies auf ein dicht bewaldetes Habitat hinweisen.

Pflanzen unter Wasserstress weisen oft höhere  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte auf als „ungestresste“ Individuen der gleichen Art. Die Abweichung kann  $3\text{‰}$  bis  $12\text{‰}$  betragen (Ambrose, 1993).

Die Isotopenzusammensetzung von Pflanzen wird auch durch die Kohlenstoff-Isotopie des atmosphärischen  $\text{CO}_2$  beeinflusst. Durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe seit dem 19. Jahrhundert nahm der  $\delta^{13}\text{C}$ -Wert des atmosphärischen  $\text{CO}_2$  um etwa  $1,4\text{‰}$  ab. Dieses Phänomen wird als „fossil fuel effect“ bezeichnet. Dieser bewirkt unter anderem, dass das Verhältnis stabiler Kohlenstoff-Isotope in der Zellulose von Kiefern seit 1800 um  $1,5\text{‰}$  sank. Bei Vergleichen von rezentem Material mit historischem (vor 1800) müssen diese Veränderungen berücksichtigt werden (Ambrose, 1993).

Die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte für  $\text{C}_4$ -Pflanzen sind geringeren Schwankungen unterzogen. Sie können zwischen  $-9\text{‰}$  bis  $-16\text{‰}$  liegen (van der Merwe, 1989).

$\text{C}_4$ -Pflanzen dient der „Hatch-Slack-Zyklus“ zur Kohlenstoff-Fixierung, bei welchem als erstes Produkt eine Verbindung mit 4 Kohlenstoffatomen entsteht (Campbell, 1997).  $\text{C}_4$ -Pflanzen sind unter anderem Mais, alle Hirsearten, Zuckerrohr, Gänsefußgewächse und tropische Gräser. Sie wachsen am besten in heißen, vollsonnigen und trockenen Habitaten (Ambrose, 1993).

Die Photosynthese der  $\text{C}_4$ -Pflanzen wird durch das Enzym PEP (Phosphoenolpyruvat)-Carboxylase katalysiert, welches lediglich zu einer Fraktionierung von  $-6\text{‰}$  führt. Die Enzyme der  $\text{C}_3$ -Pflanzen diskriminieren also viel stärker gegen das schwere  $^{13}\text{C}$  als die Enzyme der  $\text{C}_4$ -Pflanzen, was eine Unterscheidung dieser beiden Pflanzentypen ermöglicht.

Zu erwähnen ist noch ein dritter Photosyntheseweg, jener der CAM (Crassulacean acid metabolism)-Pflanzen. CAM-Pflanzen sind sukkulente Arten wie Wolfsmilchgewächse, Kakteen oder Dickblattgewächse. Es handelt sich hierbei also nicht um typische Nahrungspflanzen. Genau umgekehrt zu anderen Pflanzen, öffnen CAM-Pflanzen ihre Spaltöffnungen nachts und schließen sie tagsüber (Campbell, 1997). Da CAM-Pflanzen zwischen den Photosynthesewegen der  $\text{C}_3$ - und  $\text{C}_4$ -Pflanzen wechseln können, haben sie eine Spannweite der  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von  $-9\text{‰}$  bis  $-35\text{‰}$ .

Eine genaue Kenntnis des Habitats der untersuchten Individuen und der dort vorkommenden Pflanzen ist bei der Analyse der  $^{13}\text{C}$ -Isotope demnach äußerst wichtig, da es sonst zu Fehlinterpretationen kommen kann.

Im Süßwasser nehmen die Verhältnisse stabiler Kohlenstoff-Isotope der Primärproduzenten vom Uferbereich zur Gewässermitte immer weiter ab, so dass die  $^{13}\text{C}$ -Werte zwischen  $-23,8\text{‰}$  bis  $-30,5\text{‰}$  variieren. Die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der Primärproduzenten sind im Süßwasser offenbar habitatabhängig (Vander Zanden & Rasmussen, 1999). Als Grund kann eine höhere Fraktionierung bei der  $\text{CO}_2$ -Assimilierung des Phytoplankton genannt werden. Diese Verteilung der C-Isotopen bei Süßwasserpflanzen ist in Süßwassersystemen weit verbreitet und gilt entsprechend auch für  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte.

Die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von Fischen, welche in ihrer Trophiestufe über dem Phytoplankton und den Makrophyten angesiedelt sind werden von der Nahrung, dem Habitat und auch von der Jahreszeit beeinflusst (Katzenberg & Weber, 1999).

### **$^{15}\text{N}$ im Kollagen ( $\delta^{15}\text{N}$ )**

Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte im Kollagen lassen Rückschlüsse auf die Herkunft pflanzlichen und tierischen Proteins in der Nahrung zu. Mit ihrer Hilfe lässt sich die Trophiestufe des Konsumenten bestimmen. Über die Nahrungskette werden die Verhältnisse der stabilen N-Isotope der Vegetation „weitergereicht“. Dabei kommt es beim Transport von einer Stufe des Nahrungsnetzes zur nächsten zu einer Anreicherung des Kollagens im Mittel von  $+4\text{‰}$  (in einem Bereich von  $+3\text{‰}$  bis  $+6\text{‰}$ ; van Klinken et al., 2000) in Bezug auf das schwerere N-Isotop. Der  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert lässt deshalb eine Unterscheidung zwischen Herbivoren, Omnivoren und primären und sekundären Karnivoren zu (Schwarcz & Schoeninger, 1991; Ambrose, 1993). Anhand der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte von Säuglingen und Kleinkindern kann sogar der Abstillzeitpunkt ermittelt werden (Dittmann & Grupe, 2000). In laktierenden Säugetieren wird ein Trophiestufeneffekt innerhalb des weiblichen Organismus produziert, sofern die Nahrung des weiblichen Individuums nicht mit Protein angereichert wird. Deshalb weisen Milch und Milchprodukte höhere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte auf (Grupe et al., 2005).

Für eine Erhöhung der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte kann auch die Physiologie von Wiederkäuern verantwortlich sein (Steinhour et al., 1982). Grasfresser benötigen zum Überleben eine Nahrungsquelle, die viel Protein liefert (Fizet et al., 1995). Die Ausscheidung der Proteinabfallprodukte erfolgt letztlich in Form von Harnstoff. Dieser weist eine geringere Konzentration an  $^{15}\text{N}$  auf als die aufgenommene Nahrung, weswegen im Körper der jeweiligen Tiere eine Anreicherung mit  $^{15}\text{N}$  stattgefunden haben muss. Die Konzentration von  $^{15}\text{N}$  im Kollagen wird also durch die Ausscheidung von Harnstoff gefördert (Ambrose, 1991). Weil Bovide mit der Nahrung viele Proteine aufnehmen und deshalb viel, mit  $^{15}\text{N}$  abgereicherten Harn ausscheiden, sammelt sich im Körper des Tieres viel  $^{15}\text{N}$  an (Fizet et al., 1995).

Ein wichtiger Faktor, welcher sich auf die N-Verhältnisse auswirken kann, ist das Trinkwasser. So haben dürrerotolerante Spezies wie Kamele oder Gazellen höhere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte als obligate Trinker wie Rind und Esel (Ambrose, 1991). Der Körper der „Wassersparer“ ist mit  $^{15}\text{N}$  angereicherter, da diese Tiere, um Wasser zu sparen, erhöhte Konzentrationen an - isotopisch leichterem - Harnstoff

ausscheiden (Ambrose, 1991). Diese Faktoren sollten bei der Untersuchung entsprechender Habitate berücksichtigt werden.

Durch Untersuchungen an Haaren von essgestörten Patienten konnte festgestellt werden, dass auch sie erhöhte  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aufwiesen (Mekota et al., 2006). Diese Erhöhung der Trophiestufe resultiert aus der Tatsache, dass bei Proteinmangel körpereigene Stickstoffverbindungen wiederverwertet werden (Koch et al., 1994). Der Organismus produziert demnach einen Trophiestufeneffekt in sich selbst.

Stickstoff ist ein bedeutendes Element des Ökosystems. Er ist Bestandteil jeder Aminosäure, aus welchen die Proteine aufgebaut sind. Stickstoff liegt im Boden nur in zwei Formen vor, welche Pflanzen verwerten können: Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) und Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Der Stickstoff im Boden enthält mehr  $^{15}\text{N}$  als atmosphärischer Stickstoff (Lajtha & Marshall, 1994). Aus diesem Grund sind Pflanzen, welche den Stickstoff aus dem Boden aufnehmen mit mehr  $^{15}\text{N}$  angereichert, als Pflanzen (z.B. Leguminosen), welche den Stickstoff mit Hilfe von N-fixierenden Symbionten aus der Atmosphäre aufnehmen ( $\delta^{15}\text{N}$  0‰). Bei der Stickstoff-Fixierung wandeln bestimmte Prokaryoten (z.B. *Rhizobium*) atmosphärischen Stickstoff in Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) um. Dieser dient dann zur Synthese organischer, stickstoffhaltiger Verbindungen.

Anhand ihrer Stickstoff-Isotopen ist es möglich terrestrische und marine Pflanzen, sowie Pflanzen mit Stickstoff-Fixierenden Symbionten zu unterscheiden.

### **Stabile C- und O-Isotope im Knochenkarbonat**

Der ausgewachsene Knochen und Dentin bestehen zu 70%, Zahnschmelz zu 98% aus anorganischem Mineral. Diese mineralische Komponente ist eine Form des Hydroxylapatits [ $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ](Sillen, 1989). Im Unterschied zu geologischem Apatit ist biogener Hydroxylapatit in Knochen und Dentin aus 32 nm kleinen, scheibenförmigen Kristallen zusammengesetzt und wenig kristallin. Im Gegensatz dazu ist Zahnschmelz höher kristallin als Knochen- und Dentin-Apatit und besteht aus größeren Kristallen (Ambrose, 1993). Der Apatit enthält etwa zwei bis vier Gewichtsprozent Karbonat (Mays, 2000). Das Karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$  bzw.  $\text{HCO}_3^-$ ) kommt im biologischen Apatit als struktureller Substituent für Phosphat oder Hydroxylgruppen ( $\text{OH}^-$ ) oder als an der Hydratationsschicht der Kristalloberfläche adsorbiertes  $\text{HCO}_3^-$  vor (Balasse et al., 1999). Das adsorbierte Karbonat ist löslich und muss bei der Extraktion vor der Analyse der stabilen Isotope vollständig entfernt werden, da es verglichen mit strukturellem Karbonat angereicherte  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte aufweist und somit sonst abweichende  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte auftreten können. Auch das Kalziumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), welches aus Verunreinigungen aus dem Grundwasser und dem Boden stammt, muss entfernt werden.

Das Knochenkarbonat hat, im Unterschied zum Kollagen, eine etwas kürzere Austauschrate von sieben bis zehn Jahren (Mays, 2000), kann jedoch immer noch als Langzeitindikator angesehen werden.

### **$^{13}\text{C}$ im Karbonat ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ )**

Für Knochenfunde, welche nur über einen geringen Anteil an konserviertem Kollagen verfügen, wurde die Analyse des  $\delta^{13}\text{C}$  aus dem strukturellen Karbonat der Mineralfraktion des Knochens als Alternative zur Ernährungsrekonstruktion angesehen (Lee-Thorp et al., 1994). Der Kohlenstoff der Karbonatfraktion des Knochens stammt aus allen Nahrungskomponenten. Auf diese Weise ist es möglich, Rückschlüsse auch auf Kohlenhydrate und Fette in der Nahrung zu ziehen (Ambrose & Norr, 1993). Die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte sind im Karbonat um 3‰ bis 10‰ angereicherter als im Kollagen (Ambrose, 1993). Allerdings wurden bei Herbivoren auch Werte von 12‰ im Vergleich zu ihrer Nahrung beobachtet (Krueger & Sullivan, 1984; Lee-Thorp et al., 1989a). Die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte im Karbonat können also spezies-spezifischen Änderungen unterliegen. Aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung der C-Isotope von Kohlenhydraten und Fetten bzw. von tierischem Protein und Fetten sind die Faktoren, welche die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von Karnivoren und Omnivoren beeinflussen, deutlich komplizierter als beispielsweise im Kollagen. Ein weiterer Faktor, welcher die Verhältnisse erheblich kompliziert, ist eine Mischkost aus  $\text{C}_3$ - und  $\text{C}_4$ -Pflanzen.

Die Differenz aus den  $\delta^{13}\text{C}$ -Werten des Karbonats und des Kollagens,  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ , kann als zusätzlicher Anzeiger für die Trophiestufe dienen. Da Karnivore im Vergleich zu Herbivoren mehr Fett zu sich nehmen und hierfür ein negativer Fraktionierungsfaktor vorliegt (vgl. Abb. 3), weisen sie niedrigere  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte, zumeist zwischen 3‰ und 5‰, auf (Ambrose, 1993).

### **$^{18}\text{O}$ im Karbonat ( $\delta^{18}\text{O}$ )**

Die  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte im Karbonat werden als einer der wichtigsten Klimaanzeiger angesehen und aufgrund ihrer Temperatursensitivität als Paläothermometer herangezogen (Hoefs, 1997). Der Sauerstoff wird dem Körper durch Atmung, Wasseraufnahme und Nahrung zugeführt. Die Abgabe erfolgt über den Schweiß, Urin und natürlich über das Kohlendioxid aus der Atmung (Schoeninger et al., 2000). Die  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte des Wassers, welches ein Individuum konsumiert, entsprechen den  $\delta^{18}\text{O}$ -Werten des Wassers der Umgebung. Dieses umfasst normalerweise Oberflächenwasser (Flüsse, Seen) und meteorisches Wasser (Regen, Schnee). Aufgrund der direkten Beziehung zwischen den  $\delta^{18}\text{O}$ -Werten des Trinkwassers und den  $\delta^{18}\text{O}$ -Werten des Körperwassers (Longinelli, 1984) und der Tatsache, dass die  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte des atmosphärischen Sauerstoffs relativ konstant sind, sollte die Sauerstoff-Isotopen-Zusammensetzung des Karbonats aus dem Apatit demnach durch die Zusammensetzung des aufgenommenen Wassers und der aufgenommenen Nahrung bestimmt werden (Sponheimer & Lee-Thorp, 1999). Die Nahrung ist für die Zusammensetzung der Sauerstoffisotope der Körperflüssigkeit jedoch von geringerer Bedeutung (White et al., 1998). Lediglich solche Tiere, welche ihren Wasserbedarf völlig aus fester Nahrung beziehen, sind angereicherter mit  $^{18}\text{O}$ . Der Grund hierfür ist die Anreicherung der Blätter mit  $^{18}\text{O}$ . Das leichtere  $\text{H}_2^{16}\text{O}$ -Molekül verdunstet schneller und somit bleibt mehr  $\text{H}_2^{18}\text{O}$  zurück. Auch ein Blätter-Fressender Herbivore nimmt somit mehr mit  $^{18}\text{O}$

angereichertes Wasser auf, als ein regelmäßig trinkender Herbivore (Sponheimer & Lee-Thorp, 1999). Somit können Rückschlüsse auf das Ökosystem, in welchem ein Tier lebt, gezogen werden. Auch wurde beobachtet, dass laubfressende Herbivoren höhere  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte aufwiesen als grassfressende (Grupe et al., 2005).

Wichtig bei der Analyse der  $\delta^{18}\text{O}$ -Isotope im Karbonat ist, dass sie als Indikatoren für ein Habitat eines Individuums gelten können. Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen dem  $\delta^{18}\text{O}$ -Wert und der Höhe über NN des Lebensraums. Ein Unterschied von 1‰ entspricht etwa 500 Höhenmetern. So konnten schon Migrationen von Bevölkerungsgruppen und einzelnen Individuen anhand der  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte im Karbonat erkannt werden (White et al., 1998; Dupras & Schwarcz, 2001).

## II. Material

Die untersuchten Gräberfelder liegen sämtlich in Altbaiern (Abb.4).



**Abb. 4:** Geographische Lage der drei untersuchten Gräberfelder Unterirgling, Kelheim und Zeholfing (Diercke, 1996; Veränderungen: Strott)

Die in dieser Dissertation untersuchten Gräberfelder decken wesentliche Ökotope Räume Altbaierns ab. Kelheim liegt an Altmühl und Donau am Rand der Fränkischen Alb, Unterirgling im Lechfeld und Zeholfing am Steilufer der Isar, im Hügelland zwischen Isar und Vils.

Zeitlich decken die drei untersuchten Skelettserien einen Großteil des Mittelalters ab.

## 2.1 Unterigling

Das karolingisch-ottonische Gräberfeld von Unterigling-Loibachanger (Gde. Igling) ist einige Kilometer nördlich von Landsberg am Lech nahe der alten römischen *Via Claudia* gelegen, welche Verona mit Augsburg verband. Diese bedeutendste Römerstraße in Raetien bestand sehr wahrscheinlich noch bis ins frühe Mittelalter (Igling; [www.igling.de](http://www.igling.de)).

Bei Unterigling handelt es sich um eine Dorfwüstung, welche fast vollständig ergraben ist. Die Siedlung umfasste neben Wohngebäuden eine Kirche mit Bestattungsplatz (Meier, 2003) (Abb. 5; Seite 27) und wurde archäologisch in das 6.-10. Jahrhundert datiert. Eine kleine Separatgrablege im Nordosten des Friedhofs datiert ins späte 7. Jahrhundert und damit deutlich früher als der Hauptbestattungsplatz. Dieser wurde zwischen der Mitte des 8. Jahrhunderts und dem 9. Jahrhundert belegt (777AD bis 886AD) (schriftliche Mitteilung vom 28.6.2004 von Herrn Dr. Thomas Meier, Institut für Vor- und Frühgeschichte und provinzialrömische Archäologie der LMU München). Die Bestattungen der „Klein(st)kinder unmittelbar um die Kirche, sowie das Erwachsenengrab 214/1 und evtl. auch 108 als ausgesonderte Gräber [dürften] nach der Hauptbestattungszeit des Friedhofs gelten, aber wohl immer noch in das 9. Jahrhundert datieren“ (schriftliche Mitteilung vom 28.6.2004 von Herrn Dr. Thomas Meier, Institut für Vor- und Frühgeschichte und provinzialrömische Archäologie der LMU München). Die <sup>14</sup>C-Datierung ergab eine Zeitstellung zwischen 688AD und 960AD. Aus diesem Grund wurde entschieden, den Hauptbestattungsplatz (283 Individuen) als Ganzes in die Auswertung einzubeziehen. Die Separatgrablege (n=9) im Nordosten des Friedhofs datiert in eine andere Zeitstufe und wird somit getrennt vom Hauptbestattungsplatz untersucht und ausgewertet. Der Belegungszeitraum des Friedhofs lag nach Angaben der Archäologen aber nur bei 60 Jahren (persönliche Mitteilung von Herrn Dr. Thomas Meier, Institut für Vor- und Frühgeschichte und provinzialrömische Archäologie der LMU München).

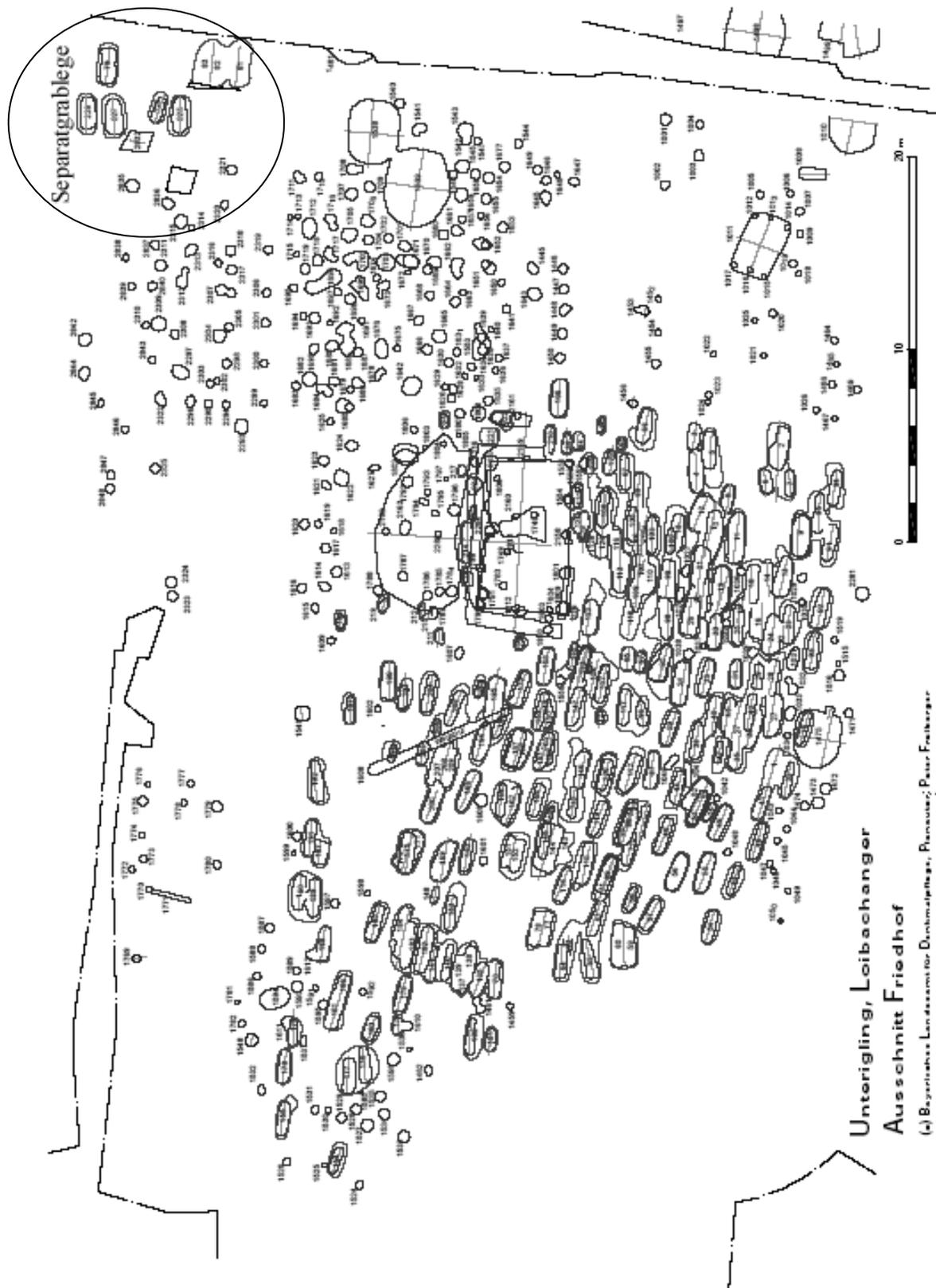
Als Besonderheit der Separatgrablege wurden einige Beigaben, wie z.B. Schnallen, Messer, Schild und Sporen gefunden, was auf materiell begüterte Individuen hinweist, die eventuell eine sozial gehobene Stellung innehatten. Falls es in Unterigling eine Adelsschicht gab, war diese noch nicht fest formiert. Auf dem eigentlichen Gräberfeld fanden sich keine Hinweise auf das Vorhandensein einer Adelsschicht. Da der Friedhof komplett beigabenlos war, kann davon ausgegangen werden, dass dieser erst nach der Separatgrablege angelegt wurde (Meier & Eibl, in Vorb.).

Einige Überlegungen wurden auch zu der Tatsache angestellt, dass das Ende der Friedhofsbelegung im 9. Jahrhundert lag, während die Siedlung bis ins 10. Jahrhundert reichte. Gerade gegen Ende des Belegungszeitraumes wechselte die soziale Führungsposition jenes Gehöfts, welches unmittelbar neben dem Friedhof liegt und zu welchem vermutlich die kleine Kirche gehört, die sich im Südteil der Siedlung befindet. Es könnte also sein, dass auf dem Friedhof nur die Familie jenes Herren bestattet wurde, welcher in dem zentralen Gehöft wohnte. Nach Verlust seiner Führungsrolle wurde auf diesem Friedhof nicht mehr bestattet. Es wäre aber auch denkbar, dass die Dorfmitglieder an der Kirche des

Dorfherren bestattet wurden, so lange dieser die Führungsposition innehatte. Eine dritte Möglichkeit wäre, dass nach dem Ausbau der Kirchenstrukturen die privaten Begräbnisplätze aufgegeben wurden und somit während der Karolinger- und Ottonenzeit allgemein nur noch auf den Friedhöfen der Pfarrkirchen bestattet wurde. Nach dieser Theorie hätte das Ende des Unteriglinger Friedhofs weniger mit dem Verlust der sozialen Führungsposition des Hofherren zu tun (Meier & Eibl, in Vorb.). Aus anthropologischer Sicht wird die dritte Theorie für die wahrscheinlichste erachtet. Bei einer Individuenzahl von 283 fällt es schwer zu glauben, dass hier nur eine Familie bestattet wurde.

Friedhof und Siedlung von Unterigling wurden für das „Projekt Altbaiern“ ausgewählt, weil hier noch keine herrschaftsindizierenden Sonderfunktionen zu erkennen waren und es sich um eine rein agrarische Siedlung handelte. Auch für den Vergleich mit Kelheim ist Unterigling wichtig, weil hier nicht nur naturräumliche, sondern eben auch soziale Differenzierungen eine Rolle spielen (Meier, 2003). Für den Friedhof und die Siedlung von Unterigling liegen bislang keinerlei Publikationen vor.

Die im Rahmen der vorliegenden Dissertation analysierten Skelette befinden sich derzeit im Bereich Anthropologie des Departments Biologie I, Fakultät für Biologie, der LMU München.



**Abb. 5:** Grabungsplan Unterirgling, Ausschnitt Friedhof (Abdruck mit freundlicher Genehmigung von Herrn Peter Freiburger, Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, München; Veränderungen: Strott)

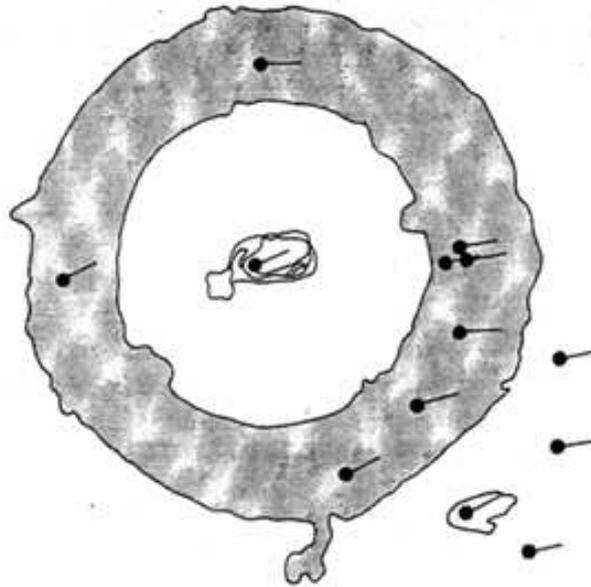
## 2.2 Kelheim

Das Gräberfeld von Kelheim-Kanal 1 liegt nahe bei der Stadt Kelheim (Ldkr. Kelheim) in Niederbayern. Aufgrund seiner Lage am Donauhochufer im Mündungsgebiet der Altmühl in die Donau spielte Kelheim schon in historischer Zeit eine bedeutende Rolle als Verkehrsknotenpunkt, da somit die Möglichkeit zu Schifffahrt und Handel gegeben war. Dies dürfte für die Existenz Kelheims von großer Bedeutung gewesen sein (Bosl, 1979). Kelheim könnte aufgrund seiner Lage als Stapelplatz gedient haben. Auch Eisenverhüttung und Töpferei sind sicher nachgewiesen (Engelhardt, 1978, 1980). Für Kelheim zeichnete sich eine Kontinuität in der Bewirtschaftung des Kleinraums seit dem späten 4. Jahrhundert n. Chr. bis ins 13. Jahrhundert ab (Meier, 2004).

Die Ausgrabung durch das Bayerische Landesamt für Denkmalpflege erfolgte zwischen 1976 und 1980. Dabei wurden 80.000 m<sup>2</sup> Fläche freigelegt.

Das Gräberfeld von Kelheim lässt sich in vier Bestattungsplätze unterteilen (Abb. 7; Seite 30), welche nach der <sup>14</sup>C-Datierung zeitlich nicht klar voneinander zu trennen waren. Nur von drei Bestattungsplätzen (Siedlung, Gräberfeld im Nordosten und an den Kreisgraben angrenzende Grabgruppe) lagen <sup>14</sup>C-Datierungen vor. Das Gräberfeld im Westen datiert von der Mitte des 6. Jahrhunderts bis um 700 n. Chr., die Datierung wurde anhand von Scherbenfunden vorgenommen. Der Kreisgraben und die daran angrenzende Gräbergruppe datieren von 917AD bis 965AD. Die Siedlungsbestattungen begannen um 682AD und reichten bis 974AD. Das Nordostareal datiert von 772AD bis zur 2. Hälfte des 9./10. Jahrhunderts (987AD) (schriftliche Mitteilung vom 24.3.2005 von Herrn Dr. Thomas Meier, Institut für Vor- und Frühgeschichte und provinzialrömische Archäologie der LMU München). Aufgrund der Tatsache, dass die einzelnen Teile des Gräberfeldes zeitlich überlappen (schriftliche Mitteilung vom 24.3.2005 von Herrn Dr. Thomas Meier, Institut für Vor- und Frühgeschichte und provinzialrömische Archäologie der LMU München), wurde entschieden, das Gräberfeld von Kelheim als Ganzes in die Auswertung einzubeziehen. Es wurde also keine Unterscheidung zwischen den einzelnen Bestattungsarealen getroffen. Der gesamte Belegungszeitraum umfasste 300 Jahre.

Der Kreisgraben (Abb. 6) hat einen Durchmesser von 16 m und gilt als Besonderheit des Friedhofs von Kelheim. In seinem Zentrum war ein 18-20jähriger Mann bestattet. Im Kreisgrab sind weitere acht Personen, vermutlich aus der Gefolgschaft der Zentralbestattung, mit Blickrichtung nach Osten bestattet (Engelhardt 1978, 1980; Meier & Eibl, in Vorb.).



**Abb. 6:** Schematische Darstellung des Kreisgrabens mit acht Bestattungen und der Zentralbestattung (Abb. aus Engelhardt, 1980; Abdruck mit freundlicher Genehmigung von Herrn Dr. Engelhardt, Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, München)

Insgesamt wurden auf den unterschiedlichen Bestattungsplätzen 119 Skelette geborgen.

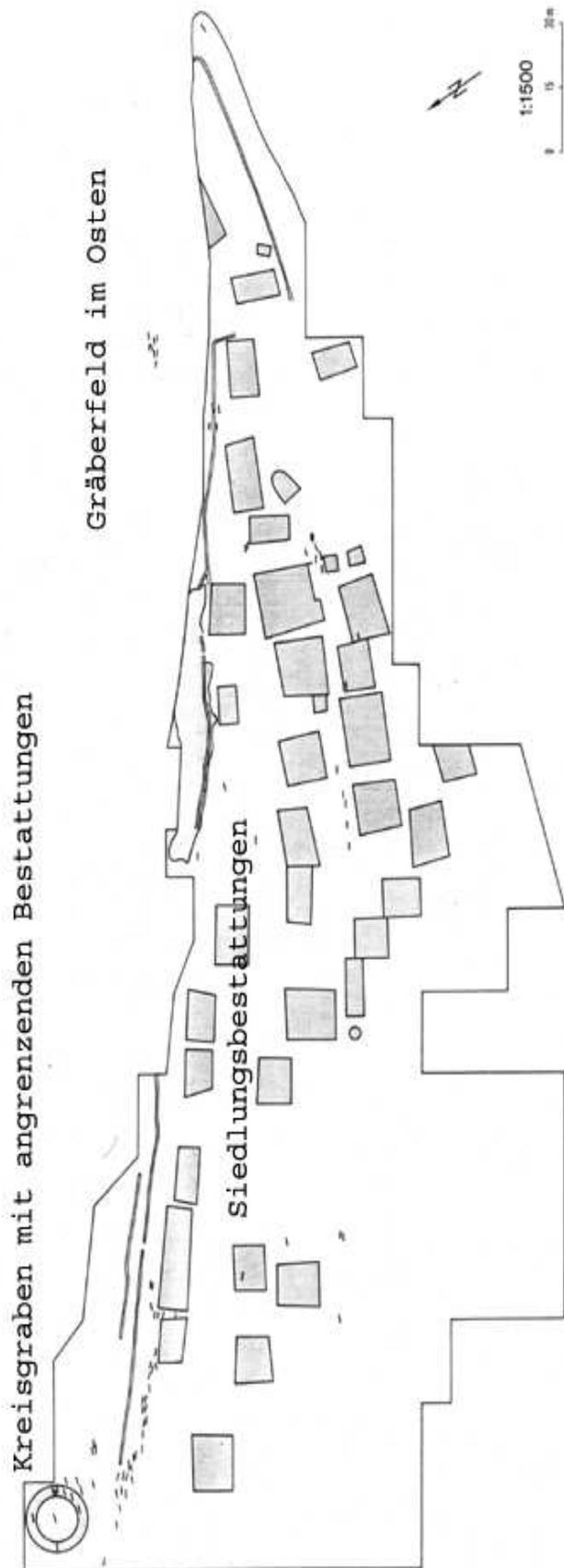
Das Gräberfeld von Kelheim wurde aufgrund seiner „exponierten“ Lage am Zusammenfluss von Altmühl und Donau und am Rande der Fränkischen Alb sowie seiner Sonderfunktionen (Eisenverhüttung, überregionale Verkehrswege) in das „Projekt Altbaiern“ aufgenommen. Da Kelheim in der jüngeren Phase die soziale Sonderstellung verlor, werden damit auch im Siedlungsablauf differenzierte soziale Beobachtungen ermöglicht (Meier, 2003).

Kelheim bestand ursprünglich aus zwei Siedlungskernen. Eine Siedlung an der Altmühl - Gmünd, und eine an der Donau - das eigentliche Kelheim. Beide Siedlungen wurden durch einen Weg, welcher sowohl Altmühl als auch Donau überquerte, verbunden. Die Lage der beiden Ortskerne führte dazu, dass die Wittelsbacher, welche seit dem 10./11. Jahrhundert die Grafschaft innehatten, diese Orte sicherten und begünstigten. Es wird angenommen, dass beide Orte im 10. und 11. Jahrhundert an Bevölkerungsdichte zunahmten und sich ein kleiner Markt entwickelte (Kelheim; [www.kelheim.de](http://www.kelheim.de)).

Die Zahn- und Knochenproben und letztlich auch die kompletten Skelette des Gräberfeldes wurden von Herrn Dipl.-Biol. Peter Blänkle zur Verfügung gestellt.

Die Bestimmung des chronologischen Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement wurde von Dipl.-Biol. Heidi Herbst im Rahmen ihrer Diplomarbeit durchgeführt (Herbst, 2004).

Die analysierten Skelette befinden sich derzeit im Magazin der Staatssammlung für Anthropologie und Paläoanatomie, München.



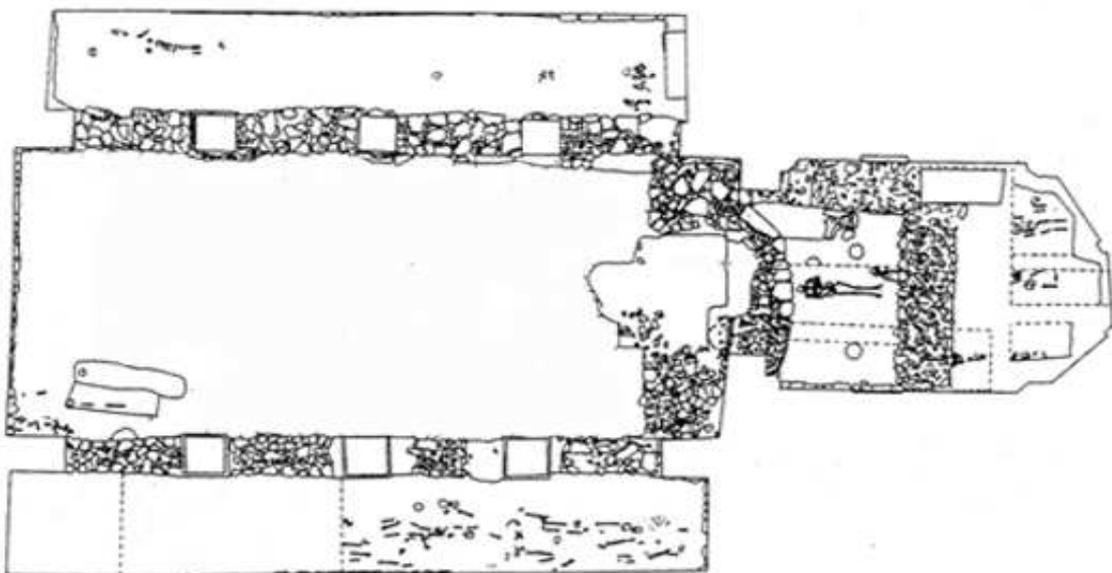
**Abb. 7:** Schematischer Plan des Gräberfeldes von Kelheim (Abb. aus Engelhardt, 1978; Abdruck mit freundlicher Genehmigung von Herrn Dr. Engelhardt, Landesamt für Denkmalpflege, München; Veränderungen: Strott)

### 2.3 Zeholfing

Die Ortschaft Zeholfing liegt im Landkreis Dingolfing - Landau in Niederbayern in der Nähe der Stadt Landau an der Isar. Zeholfing befindet sich am Nordrand des Hügellandes zwischen Isar- und Vilstal. Zu allen Zeiten waren dort ideale Siedlungsbedingungen gegeben, weswegen es in diesem Gebiet auch viele prähistorische Fundstellen gibt (Eibl, 2001). Im Jahr 1148 wird erstmals eine Kirche der Pfarrei Ettliling erwähnt. Die Erhebung von Zeholfing zur Pfarrei erfolgte erst 1261 (Eibl, 2001).

1993 wurden bei einer Außenrenovierung der Pfarrkirche St. Laurentius die Reste von einem Dutzend mittelalterlicher und frühneuzeitlicher Bestattungen gefunden (Abb. 8). Des Weiteren konnte eine Reihe von Baubefunden im Mauerwerk ausgewertet werden. Im August/September 1999 wurde eine achtwöchige Notgrabung durchgeführt, wobei zahlreiche weitere Skelettüberreste gefunden wurden. Ein Teil der Skelettfunde konnte über die Gräberstratigraphie und die Bauabfolge der Kirche relativ gut in einen zeitlichen Rahmen eingeordnet werden (Eibl, 2001) In der vorliegenden Arbeit wurde nur Horizont 1a-c und 2 genauer berücksichtigt, welche ins 10.-13. Jahrhundert bzw. 13.-15. Jahrhundert datieren. Horizont 3 wurde erst im 16.-18. Jahrhundert belegt. Der Großteil der geborgenen Skelette stammte aus Horizont 1, aus den anderen beiden Zeitabschnitten konnten nur wenige Individuen geborgen werden. Eine <sup>14</sup>C-Datierung liegt nicht vor.

Der morphologische Befund wurde von Frau Dr. rer. nat. Anja Staskiewicz, München, erstellt. Die Bestimmung des chronologischen Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement wurde von Frau Dipl.-Biol. Heidi Herbst durchgeführt. Die Skelette befinden sich derzeit im Magazin der Staatssammlung für Anthropologie und Paläoanatomie in München.



**Abb. 8:** Schematischer Grabungsplan der Grabung „Zeholfing-Kirche 1999“ (verändert nach Eibl, 2001)

Eine Schwierigkeit der Zeholfinger Skelettserie war es, die genaue Anzahl der Skelette zu schätzen, da häufig Skelettelemente mehrerer, unterschiedlich gut repräsentierter Individuen pro Grab geborgen wurden. Aus der Quadrantenbergung im Südschiff der Kirche war eine große Anzahl von Skelettelementen zu verzeichnen, welche aus dem Verband gerissen bzw. mit anderen Skeletten vermischt waren. Deshalb ist unklar, um wie viele Individuen es sich tatsächlich handelt, da die Skelettelemente nicht eindeutig zuzuordnen waren. Werden nur die vollständigen bzw. gut repräsentierten, mehr oder weniger isoliert liegenden Skelette berücksichtigt, erhält man eine Anzahl von ca. 50 Individuen. Die Gesamtzahl der grabweise erfassten Bestatteten dürfte etwa zwischen 150 und 200 gelegen haben (persönliche Mitteilung von Frau Dr. Anja Staskiewicz, Staatssammlung für Anthropologie und Paläoanatomie, München, 2004).

Ferner wurden bei der (Not-)Grabung natürlich nur jene Skelette geborgen, welche sich innerhalb der Kirche bzw. ihrem Umkreis befanden. Die tatsächliche Friedhofspopulation dürfte um einiges größer gewesen sein.

Einige Individuen zeichneten sich durch eine besondere Bestattungssituation oder durch das Vorhandensein von „Beigaben“ aus. Dazu gehörten aus dem Horizont 1 die Nummern 3/236, 43/248, 46/271 und 8/238. Grab 3/236 und 43/248 waren direkt westlich der ersten Holzkirche bzw. im westlichen Teil der zweiten Holzkirche gelegen. Grab 43/248 fiel außerdem durch eine Emailscheibenfibul und einen Lunulaohrring als Grabbeigaben auf. Grab 46/271 wies eine besondere Fußhaltung auf.

Bei Grab 8/238 wurde ein einfaches Eisenmesser, welches Teil der Tracht gewesen sein könnte, gefunden. Das Individuum befand sich in einem Baumsarg im Chorbereich und wurde in der ersten Steinbauphase beigesetzt.

Aus Horizont 2 war Grab 6/254, welches eine besondere Beinhaltung zeigte, von besonderem Interesse. Das Grab befand sich vor dem Chor im Inneren der zweiten bzw. dritten Steinbauphase. (vgl. Herbst, 2004). In Horizont 2 wurden überwiegend Skelette von Neonaten bis hin zur Altersgruppe Infans II gefunden (Eibl, 2005).

Bei einigen Individuen aus Zeholfing handelte es sich offenbar um die Angehörigen einer lokalen Oberschicht (Eibl, 2005).

Die Kirchengrabung von Zeholfing wurde aus Vergleichsgründen in die vorliegende Dissertation aufgenommen: Im Gegensatz zu der agrarischen Siedlung von Unterigling und dem protostädtischen Kelheim handelte es sich bei der Bevölkerung von Zeholfing wohl um eine privilegierte Bevölkerungsschicht, zudem deckt diese Skelettserie einen etwas jüngeren Zeitraum ab.

## III. Methoden

### 3.1 Morphologischer Befund

Der morphologische Befund der 292 Skelette aus Unterigling und der 119 Skelette aus Kelheim wurde von der Verfasserin der Arbeit erstellt. Für die Kelheimer Skelette lag bereits ein morphologischer Kurzbefund (Alter, Geschlecht) von Herrn Dipl.-Biol. Peter Blänkle vor. Davon existierten zwei Befundlisten, welche aber voneinander abwichen. Aus diesem Grund wurde entschieden, die Kelheimer Skelette einer erneuten morphologischen Untersuchung zu unterziehen. Die Skelette aus Zeholfing wurden bereits 2000/2001 von Frau Dr. rer. nat. Anja Staskiewicz, München, befundet. Im Folgenden werden die Kriterien beschrieben, anhand derer der morphologische Befund der Unteriglinger und Kelheimer Skelette erstellt wurde.

Um eine gleichartige Analyse aller Skelette zu gewährleisten, wurde ein einheitlicher Befundbogen erstellt (eine Version für erwachsene, eine für kindliche Individuen) (siehe Anhang, S. 290 ff.).

#### 3.1.1 Vorbereitende Arbeitsschritte

Da das Skelettmaterial noch mit anhaftenden Erdresten eingeliefert wurde, mussten die Skelette zuerst gesäubert werden. Die mechanische Reinigung erfolgte unter fließendem, lauwarmem Wasser, wobei mit Hilfe von (Zahn)Bürsten und Präpariernadeln in einem mit einem engmaschigen Nylonnetz ausgelegten Waschtrog das Sediment entfernt wurde. Es wurde auf eine besonders gründliche Reinigung der Schädelteile und Gelenkflächen geachtet, da nur so der Verwachsungszustand der Schädelnähte bzw. degenerative Erkrankungen der Gelenke erkannt werden können.

#### 3.1.2 Erhaltungsgrad der Skelette

Bevor mit dem morphologischen Befund begonnen wurde, wurde zunächst der Erhaltungsgrad der Skelette bestimmt (Kriterien vgl. Czermak, 2003).

Gut:	Alle oder fast alle Knochen des Skeletts sind vorhanden, wobei von jedem einzelnen Knochen mehr als die Hälfte erhalten ist.
Mittel:	Mindestens ein Drittel der Knochen eines Skeletts sind gut erkennbar, die Gelenkflächen sind gut erhalten.
Schlecht:	Weniger als ein Drittel der Knochen eines Skeletts sind in identifizierbaren Bruchstücken vorhanden, die Gelenkflächen sind schlecht erhalten.

Der Erhaltungsgrad der meisten Skelette aus Unterigling konnte als „gut“ bestimmt werden, weshalb Alter und Geschlecht auch relativ genau und eindeutig diagnostiziert werden konnten. Die Kelheimer Skelette waren in einem mäßigen bis schlechten Zustand, weshalb nur eine grobe Einteilung in Altersklassen vorgenommen werden konnte.

### **3.1.3 Morphologische Altersbestimmung**

Obwohl der Erhaltungsgrad zumindest der Unteriglinger Skelette im Allgemeinen gut war, sollte immer bedacht werden, dass anhand morphologischer Kriterien nur eine Schätzung des Sterbealters vorgenommen werden kann. Durch widrige Umweltfaktoren, Mangelernährung und Krankheiten kann das Skelett älter wirken, als das betreffende Individuum zum Todeszeitpunkt tatsächlich war. Eine Einteilung in Altersklassen ist deshalb sinnvoll. Da das morphologische Sterbealter bis zu einem Alter von 20-24 Jahren sehr gut anhand des Zahnstatus, der Diaphysenlänge und des Verwachsungsgrades der Epiphysenfugen bestimmt werden kann, wurde hier eine feinere Einteilung gewählt (s.u.). Die Altersklassen „Adultas“ und „Maturitas“ wurden bei den Bevölkerungen von Unterigling und Kelheim jeweils, soweit möglich, in ein frühes, mittleres und spätes Stadium gedrittelt.

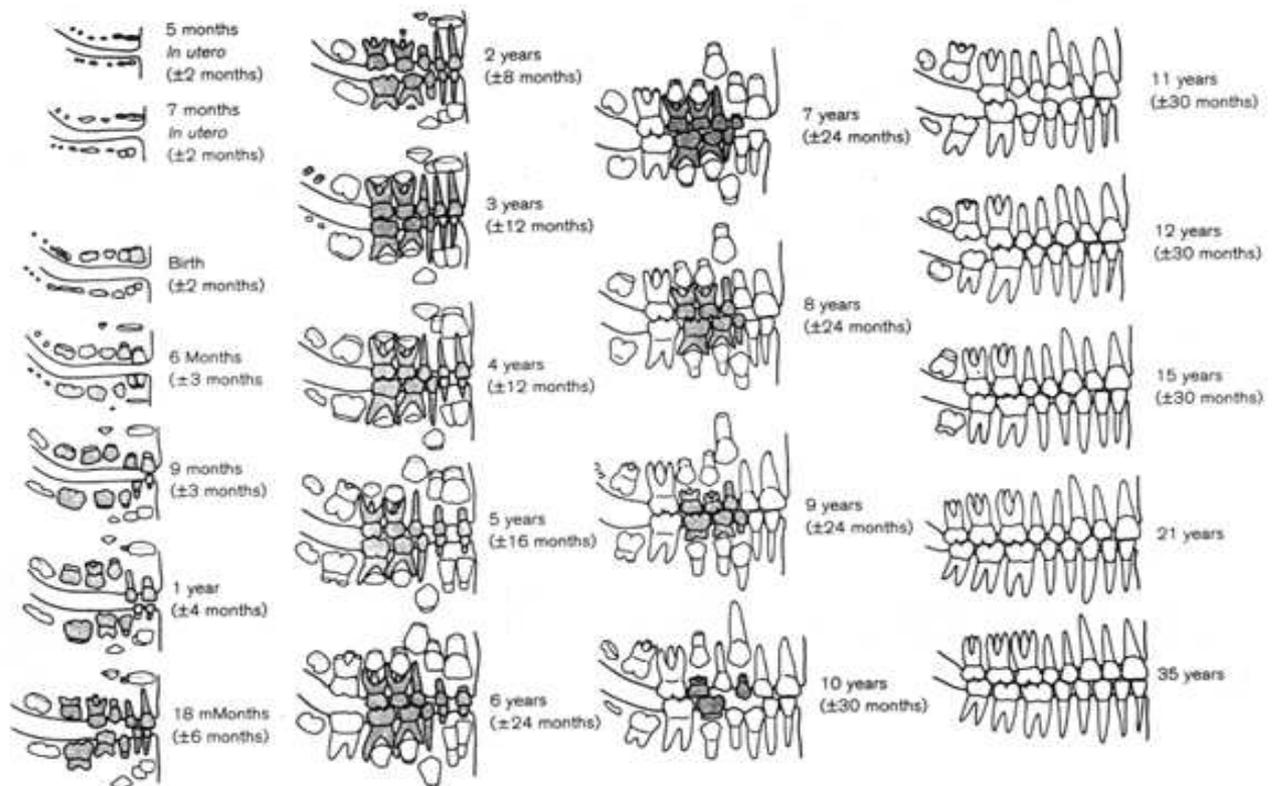
Es ergaben sich also folgende Altersklassen (vgl. Grupe et al., 2005)

0-6 Jahre:	Infans I (frühe Kindheit)
7-12 Jahre:	Infans II (späte Kindheit)
13-20 Jahre:	Juvenis (Jugendalter)
20-40 Jahre:	Adultas (Erwachsenenalter)
40-60 Jahre:	Maturitas (Reifealter)
60-∞ Jahre:	Senilis (Greisenalter)

Aufgrund der guten Bestimmbarkeit des Sterbealters kindlicher Skelette wurde, im Hinblick auf die Erstellung von Sterbetafeln, teilweise eine feinere Einteilung gewählt: 0-4 Jahre, 5-9 Jahre, 10-14 Jahre und 15-19 Jahre.

### **Altersdiagnose nicht-erwachsener Individuen**

Das Alter nicht-erwachsener Individuen ist genauer zu bestimmen als das von Erwachsenen. Das wichtigste Kriterium ist die Entwicklung der Zähne (Abb. 9) Wichtiger als der Zahndurchbruch, welcher doch einigen Schwankungen unterliegt, ist die Entwicklung der Krone und der Wurzeln. Alle vorhandenen Zähne wurden untersucht und nach folgendem Schema beurteilt:



**Abb. 9:** Schematische Darstellung der Zahnentwicklung (aus: Scheuer & Black, 2000)

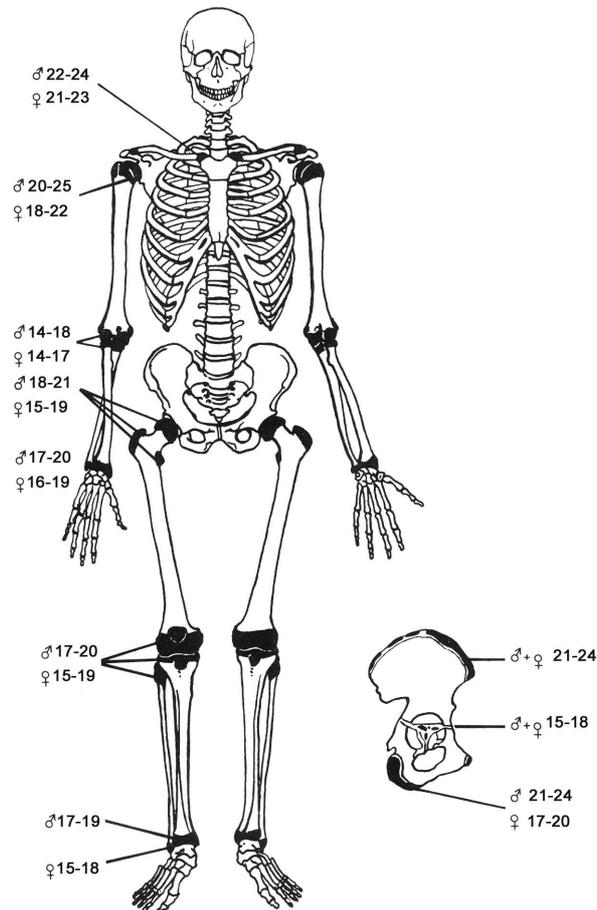
Um zusätzliche Hinweise auf das Alter zu erhalten, wurden außerdem die Langknochen vermessen. Es wurden wiederum die Richtwerte von Scheuer & Black (2000) herangezogen.

Falls vorhanden, wurden noch weitere altersabhängige Aspekte am Skelett untersucht:

- Schluss des Fonticulus minor und der vorderen Seitenfontanellen (innerhalb der ersten 3 Lebensmonate)
- Anschluss der Ala magna ans Keilbein (bis zum 9. Monat)
- Schluss des Fonticulus major, Verschluss der Sutura metopica, Schluss der beiden Hälften des Wirbelbogens (erste zwei Lebensjahre)
- Anschluss der Partes laterales an die Hinterhauptschuppe des Os occipitale (bis Ende des 3. Lebensjahres)
- Anschluss der Wirbelbögen an die Wirbelkörper (4. Lebensjahr)
- Verschluss der Fuge zwischen Pars basilaris und Partes laterales ossis occipitalis; Anschluss des Schambeins an die Sitzbeinäste des Hüftbeins (bis Ende des 6. Lebensjahres) (vgl. Herrmann et al., 1990)

## Altersdiagnose juveniler und erwachsener Individuen

Da der sukzessive Verschluss der Epi- und Apophysen bis in die früh- bis mittel-adulte Altersklasse reicht, stellt er das wichtigste Kriterium für die Altersdiagnose von juvenilen und früh-adulten Individuen dar (Abb. 10). Diese Altersklassen können somit relativ genau bestimmt werden.

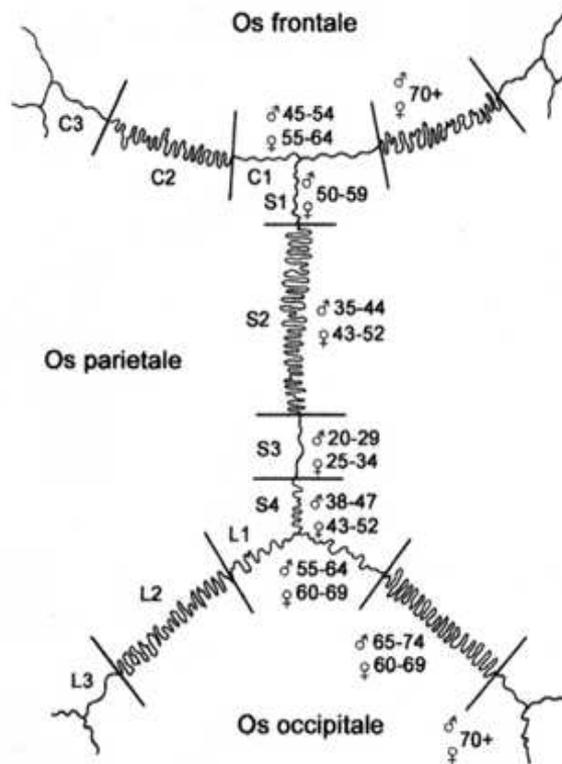


**Abb. 10:** Verschluss der Epi- und Apophysen nach Szilvássy (1988)

Bei den höheren Altersklassen wird die Schätzung des Sterbealters problematischer.

Ein weit verbreitetes Kriterium zur Altersbestimmung ist die Beurteilung des Reliefs der Schambeinsymphysen (Gilbert & McKern, 1973; Todd, 1920).

Freilich führt die Schätzung des Sterbealters anhand nur eines Kriteriums oft zu groben Fehleinschätzungen. Deshalb ist eine „Kombinierte Methode“, wie sie Nemeskéri et al. (1960) vorschlugen, sinnvoller. Sie beinhaltet als Altersschätzungskriterien die Veränderungen an der Facies symphysialis ossis pubis, das Markhöhlenstadium der proximalen Humerus- und Femurepiphysen sowie den Verknöcherungsgrad der Schädelnähte. Diese „Kombinierte Methode“ konnte allerdings nicht herangezogen werden, da oft nicht alle vier Kriterien beurteilbar waren. Deshalb musste bei der Altersschätzung auf andere Merkmale ausgewichen werden. Ein wichtiges Merkmal war der ektocraniale Nahtverschluss (Abb. 11), dessen individuelle Variabilität freilich sehr hoch ist.



**Abb. 11:** Schematische Darstellung des ektocranialen Nahtverschlusses (Szilvássy, 1988)

Des Weiteren wurde der Abrasionsgrad der Zähne bestimmt (nach Herrmann et al., 1990); dabei hängt die Ausprägung des Zahnabsliffs natürlich sehr von der Nahrung ab, die typischerweise verzehrt wurde. Innerhalb einer Population können dennoch Aussagen getroffen werden.

Schließlich wurden zur Altersbestimmung auch degenerative Veränderungen der Wirbelsäule und der Gelenke herangezogen (Herrmann et al., 1990).

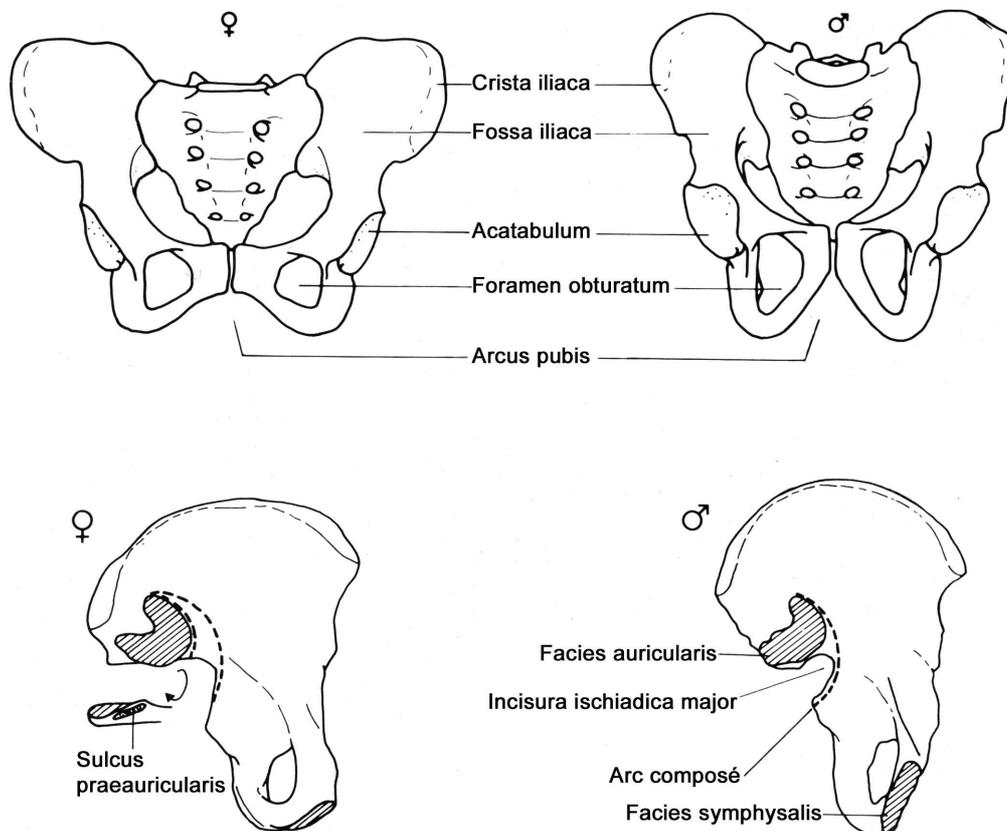
Die Kombination all dieser Kriterien lässt eine Schätzung des biologischen Alters der betreffenden Individuen zu. Um das „chronologische“ Alter zu erhalten, müssen histologische Methoden angewendet werden (siehe Kap. 3.2 Chronologische Bestimmung des Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement).

### 3.1.4 Geschlechtsdiagnose

Verglichen mit der Sterbealtersdiagnose ist die morphologische Geschlechtsbestimmung an erwachsenen Individuen bei gutem Skeletterhalt sehr verlässlich. Nach Cox (2001) ist eine Geschlechtsbestimmung anhand des Beckens mit einer Bestimmungssicherheit von 96% möglich.

## Geschlechtsdiagnose erwachsener Individuen

Am deutlichsten sind die Geschlechtsunterschiede am Becken, da sich hier die (geschlechtsabhängig) unterschiedliche Funktion widerspiegelt (Abb. 12).



**Abb. 12:** Geschlechtsunterschiede am Becken (Abb. aus Herrmann et al., 1990)

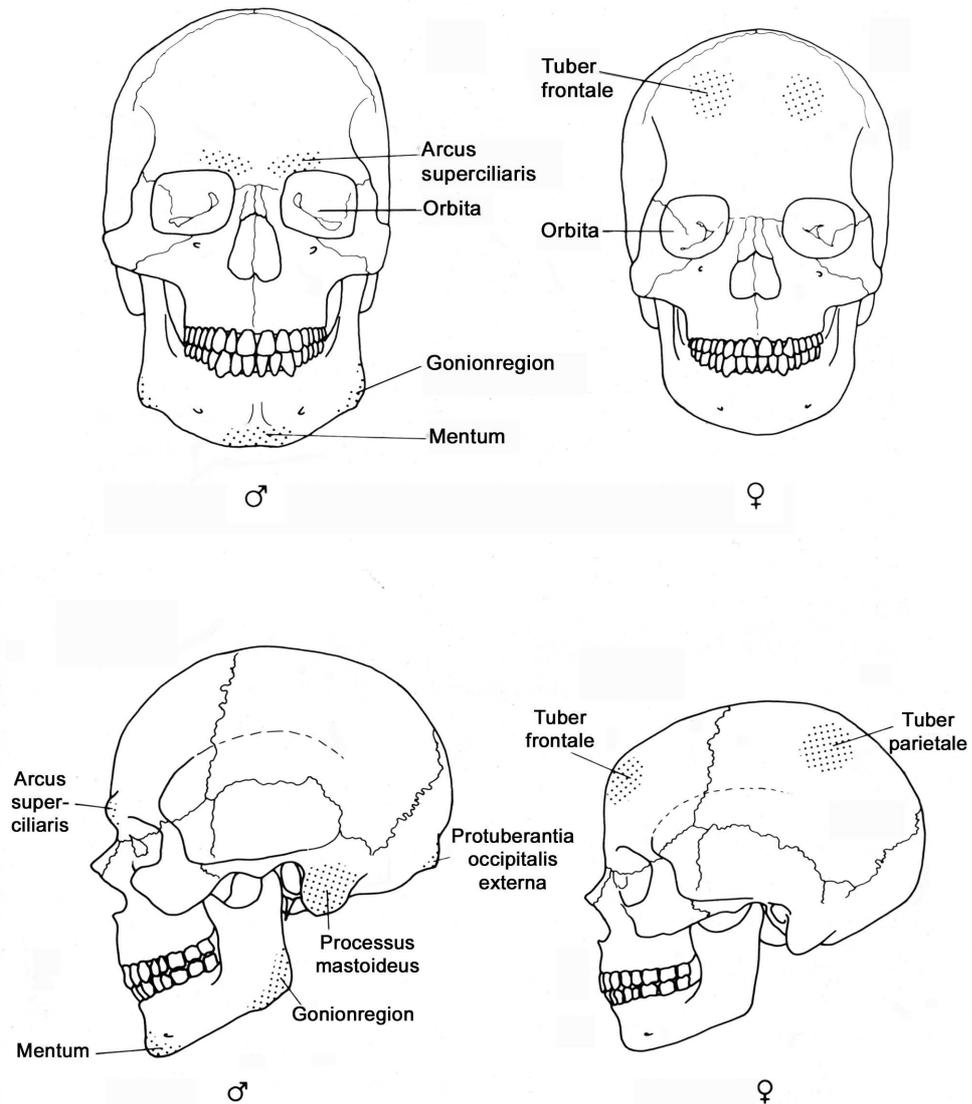
Auf folgende Merkmale wurde bei der Geschlechtsdiagnose geachtet:

**Tabelle 3:** Geschlechtsdifferente Merkmale am Becken (aus Herrmann et al., 1990)

<b>Merkmal</b>	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>
Gesamtaspekt	niedriger, breiter	höher, schmaler
Beckeneingang	queroval	herzförmig
Incisura ischiadica major	weit	eng
Sulcus praeauricularis	tief eingefurcht	flach bis fehlend
Arc compositus	doppelter Bogen	einfacher Bogen
Angulus subpubicus	weit	eng
Crista iliaca	geringere S-Krümmung	stärkere S-Krümmung
Fossa iliaca	flacher, breiter	tiefer, schmaler
Acetabulum	klein, lateral gelegen	größer, anterolateral gelegen

Weitere wichtige Kriterien zur Geschlechtsdiagnose liefern die Schädelmerkmale.

Hier beruht der Unterschied hauptsächlich auf der Robustizität einzelner Merkmale im männlichen Geschlecht, wie z.B. des Arcus superciliaris, der Gonionregion oder des Mentums (Abb. 13).



**Abb. 13:** Geschlechtsunterschiede am Schädel (Abb. aus Herrmann et al.,1990)

Auf folgende Schädelmerkmale wurde bei der Geschlechtsbestimmung geachtet:

**Tabelle 4:** Geschlechtsdifferente Merkmale am Schädel (aus Herrmann et al., 1990)

<b>Merkmal</b>	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>
<b>Cranium</b>		
Glabella	nicht prominent, fließender Übergang zur Nasenwurzel	prominent, gegen die Nasenwurzel abgesetzt
Arcus superciliaris	schwach ausgeprägt, glatt	ausgeprägt, oft rauh
Planum nuchale	schwaches Relief, eher glatt	kräftiges Relief, Leistenbildung
Protuberantia occipitalis externa	weit ausgeprägt	abgesetzt, gelegentlich zapfenartig ausgezogen
Processus mastoideus	klein, schmalbasig	voluminös, breitbasig
Stirnneigung	eher steil, gerundet	eher fliehend
<b>Mandibula</b>		
Mentum	klein, gerundet, glatt	kräftig
Gonionwinkel	stumpf	annähernd rechtwinklig
Gonion	glatt	rauh, seitlich ausgezogen

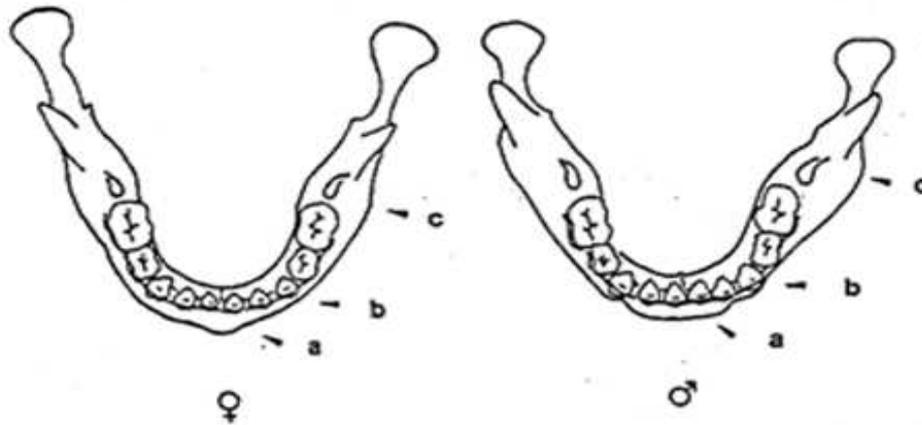
Bei der Geschlechtsbestimmung anhand der Schädelmerkmale ist freilich die Kenntnis der (geschlechtsabhängigen) Variabilität der einzelnen Merkmale in der Population wichtig, da es sonst zu Fehlbestimmungen kommen kann (robustere Frauen könnten so als „männlich“ bestimmt werden). Wie auch schon bei der Altersdiagnose erhöht die Kombination verschiedener Merkmale die Bestimmungssicherheit.

### **Geschlechtsdiagnose nicht-erwachsener Individuen**

Im Gegensatz zur Sterbealtersdiagnose ist die Geschlechtsdiagnose bei nicht-erwachsenen Individuen nur in begrenztem Umfang möglich.

Das Geschlecht wurde nach Schutkowski (1990) anhand geschlechtstypischer Aspekte der Mandibula und des Beckens bestimmt. Die Kinnregion ist bei Knaben prominent und erscheint in der Aufsicht eher kantig und mehr oder weniger breit. Dadurch wirkt auch der Frontzahnbereich breit, wobei sich die Alveolen der Frontzähne in einer Ebene befinden. Der Zahnbogen erscheint U-förmig.

Bei Mädchen wirkt die Kinnregion nicht prominent, Rauigkeiten sind nicht vorhanden, das Erscheinungsbild ist eher glatt. Die Kinnregion ist schmal und spitz. Demzufolge ist die Frontzahnreihe gerundet, wobei die Eckzähne im Zahnbogen nicht hervortreten, was diesen parabolisch erscheinen lässt (Abb. 14).



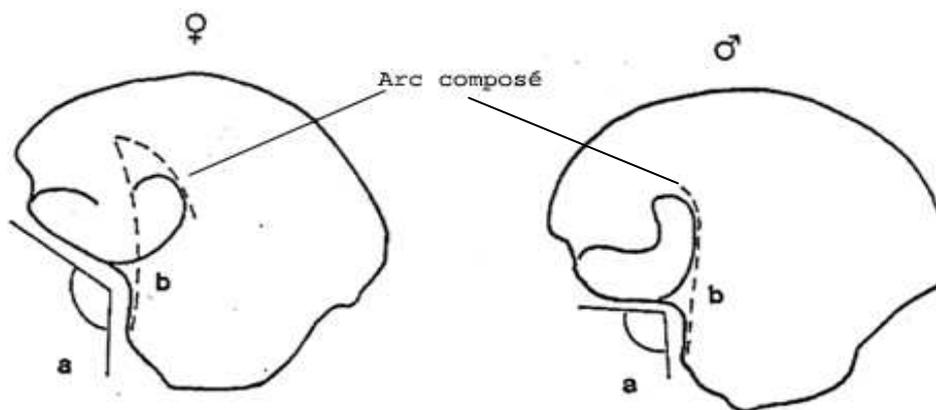
**Abb. 14:** Geschlechtsunterschiede der kindlichen Mandibula, nach Schutkowski (1990)  
 a: Prominenz der Kinnregion; b: Form des Frontzahnbereiches; c: Eversion der Gonionregion

Am Os ilium sind v. a. drei Merkmale zur Geschlechtsdiagnose geeignet:

Der Winkel der Incisura ischiadica major ist bei Knaben enger und beträgt  $\leq 90^\circ$ , bei Mädchen ist er mit  $\gg 90^\circ / > 90^\circ$  weiter.

Während die Einziehung zwischen der Spina iliaca posterior inferior und dem Beginn der Acetabulum-Gelenkfläche bei Mädchen eher flach ist, ist sie bei Knaben eher tief. Der Arc composé beschreibt bei Knaben einen einfachen Bogen, während er bei Mädchen doppelt ausgeprägt ist.

Die Crista iliaca beschreibt bei Knaben eine deutliche S-Krümmung, bei Mädchen ist sie schwach bis mäßig gekrümmt (Abb. 15).



**Abb. 15:** Geschlechtsunterschiede am kindlichen Becken, nach Schutkowski (1990)  
 a: Winkel der Incisura ischiadica major; b: Arc composé (gestrichelte Linie)

Neueste Untersuchungen weisen darauf hin, dass das Geschlecht nicht-erwachsener Individuen durch den Verlauf des Meatus acusticus internus bestimmt werden kann. Schon frühere Untersuchungen zeigten, dass verschiedene Messstrecken der Innenohr-Region bei Männern und Frauen unterschiedliche Werte annehmen und deshalb zur Geschlechtsdiagnose herangezogen werden können

(Wahl & Graw, 2001). Da die Lage des inneren Gehörganges (Meatus acusticus internus) signifikant geschlechtsdifferent ist, kann durch seine Vermessung das Geschlecht relativ genau bestimmt werden. Deshalb wurde ein Abdruckverfahren entwickelt, um den „Krümmungswinkel“ des Meatus acusticus internus bestimmen zu können. Dabei wird eine Plastilinmasse (Constrast, Additionsvernetzendes Silikon Abformmaterial) in den Porus acusticus internus gedrückt. Nach dem Trocknen und vorsichtigen Herausziehen erhält man eine Wiedergabe des lateralen Winkels zwischen der Wand des Meatus acusticus internus und der lokal angrenzenden Facies posterior. Winkel  $< 45^\circ$  werden als „flach“ bezeichnet, solche  $> 45^\circ$  als „steil“. Männliche Felsenbeine sind i. a. „flach“, während weibliche als „steil“ einzustufen sind (Graw, 2001).

Anhand dieses Merkmals ist auch die Geschlechtsbestimmung an nicht-erwachsenen Skeletten mit einer Sicherheit von 70% möglich (Lynnerup et al., 2005).

### 3.1.5 Schätzung der Körperhöhe

Die Schätzung der Körperhöhe (KH) erfolgt anhand der Länge der Extremitätenknochen. Die Grundlage der Berechnung bildet eine Regressionsgleichung. Sie drückt das Verhältnis aus, in welchem die Länge des Skelettelements zur Körperhöhe steht.

#### Schätzung der Körperhöhe erwachsener Individuen

Für männliche Skelette wurden die Formeln von Breitinger (1937), für weibliche Skelette jene von Bach (1965) verwendet.

Breitinger (1937):

$$KH = 83,21 + 2,751 \text{ Humerus} \pm 4,9\text{cm}$$

$$KH = 97,00 + 2,968 \text{ Radius} \pm 5,4\text{cm}$$

$$KH = 94,31 + 1,645 \text{ Femur} \pm 4,8\text{cm}$$

$$KH = 95,59 + 1,988 \text{ Tibia} \pm 4,7\text{cm}$$

Bach (1965):

$$KH = 98,38 + 2,121 \text{ Humerus} \pm 3,9$$

$$KH = 116,89 + 1,925 \text{ Radius} \pm 4,5\text{cm}$$

$$KH = 106,69 + 1,313 \text{ Femur} \pm 4,1\text{cm}$$

$$KH = 95,91 + 1,745 \text{ Tibia} \pm 3,9\text{cm}$$

### Schätzung der Körperhöhe nicht-erwachsener Individuen

Für die Schätzung der Körperhöhe nicht-erwachsener Individuen wurden die Formeln von Telkkä et al. (1962 in Herrmann et al., 1990) verwendet. Gemessen wird jeweils die größte Länge der Langknochendiaphysen ohne die Epiphysen. Dabei liegen unterschiedliche Gleichungen für drei verschiedene Altersklassen vor, weil die Anpassung an die Regressionsgerade unterschiedlich ist.

10-15 Jahre:

$$KH = 16,5 + 4,91 \text{ Humerus} \pm 4,2\text{cm}$$

$$KH = 30,5 + 5,96 \text{ Radius} \pm 4,6\text{cm}$$

$$KH = 10,0 + 3,73 \text{ Femur} \pm 5,3\text{cm}$$

$$KH = 44,0 + 3,35 \text{ Tibia} \pm 4,7\text{cm}$$

1-9 Jahre:

$$KH = 28,0 + 4,41 \text{ Humerus} \pm 3,0\text{cm}$$

$$KH = 23,0 + 6,38 \text{ Radius} \pm 3,3\text{cm}$$

$$KH = 34,1 + 321 \ln(1 + \text{Femur})/100 \pm 4,1\text{cm}$$

$$KH = 38,1 + 3,43 \text{ Tibia} \pm 3,3\text{cm}$$

unter 1 Jahr:

$$KH = 7,5 + 157,6 \ln\left(\frac{1 + \text{Humerus}}{20}\right) \pm 2,5\text{cm}$$

$$KH = 2,5 + 211,2 \ln\left(\frac{1 + \text{Radius}}{20}\right) \pm 3,1\text{cm}$$

$$KH = 17,4 + 197,6 \ln\left(\frac{1 + \text{Femur}}{40}\right) \pm 3,1\text{cm}$$

$$KH = 17,3 + 238,0 \ln\left(\frac{1 + \text{Tibia}}{40}\right) \pm 3,8\text{cm}$$

### 3.1.6 Messungen am postcranialen Skelett

Die Messungen am postcranialen Skelett dienen dazu, Robustizitätsmerkmale und Formvarianten der Unteriglinger und Kelheimer Bevölkerungen zu analysieren.

#### Humerus: Längen-Dicken Index

Der Humerus Längen-Dicken Index kann Aufschluss über die Händigkeit geben.

$$\text{Humerus Längen-Dicken-Index: } \frac{U \times 100}{L}$$

U: kleinster Diaphysen Umfang

L: größte Länge

- der kleinste Umfang der Diaphyse wird etwas unterhalb der Tuberositas deltoidea gemessen;
- die größte Länge des Humerus lässt sich aus der geradlinigen Entfernung des höchsten Punktes des Caput humeri vom tiefsten Punkt der Trochlea ermitteln; (Herrmann et al., 1990)

#### Femur: Robustizitäts-Index

Auch der Robustizitäts-Index des Femur lässt Aussagen über eine eventuelle Seitenbevorzugung zu.

$$\text{Femur Robustizitätsindex: } \frac{(sD + tD) \times 100}{L}$$

sD: sagittaler Durchmesser der Diaphysenmitte

tD: transversaler Durchmesser der Diaphysenmitte

L: ganze Länge des Femurs

- der sagittale Durchmesser der Diaphysenmitte wird durch den Abstand der Vorderfläche des Knochens von der Hinterfläche, annähernd in der Mitte der Diaphyse, d.h. an der höchsten Erhebung der Linea aspera senkrecht auf der vertikalen Fläche des Knochens bestimmt;
- der transversale Durchmesser der Diaphysenmitte wird aus dem Abstand der beiden Seitenränder des Knochens voneinander gebildet; beide Maße werden mit dem Gleitzirkel bestimmt;
- die ganze Länge des Femurs bildet der Abstand des höchsten Punktes des Kopfes von einer Ebene, die durch die Unterfläche der beiden Condylen gelegt wird; der Knochen wird mit beiden Condylen an die vertikale Querwand des Messbretts angelegt (Herrmann et al., 1990)

### **Femur: Index platymericus**

Der Index platymericus kann Hinweise auf die Mobilität des Individuums liefern. Die Klassen „platymer“, „eurymer“ und „stenomer“ drücken dabei den „Flachheitsgrad“ aus.

<p>Femur Index platymericus: <math>\frac{sD \times 100}{tD}</math></p> <p>sD: oberer sagittaler Durchmesser der Femurdiaphyse</p> <p>tD: oberer transversaler Durchmesser der Femurdiaphyse</p> <p>Platymer: 75,0-84,9</p> <p>Eurymer: 85,0-99,9</p> <p>Stenomer: 100-x</p>
---

- der obere transversale Durchmesser der Femurdiaphyse wird am oberen Diaphysenende an der Stelle der größten seitlichen Ausladung oder, wenn diese fehlt, 2-5 cm unterhalb der Basis des Trochanter minor in Richtung des Femurhalses gemessen;
- der obere sagittale Durchmesser der Femurdiaphyse wird am antero-posterioren Durchmesser des oberen Diaphysenendes gemessen; beide Maße werden mit dem Gleitzirkel genommen (Herrmann et al., 1990)

### **3.1.7 Gelenkstatus**

An allen Gelenken treten (mehr oder weniger) altersbedingte Veränderungen auf.

Als häufigste degenerative Gelenkerkrankung gilt Arthrosis deformans, welche als Folge des Missverhältnisses zwischen Belastbarkeit des Gelenkknorpels und Beanspruchung auftritt (Herrmann et al., 1990).

Zur Bestimmung des Gelenkstatus, wurde die Tabelle aus Schultz (1988) verwendet (Tabelle 5)

**Tabelle 5:** Untersuchungsblatt zur Erhebung des Gelenkstatus

			rechts			links		
Gelenk	Knochen		Rand	Fläche	ges. Gel.	Rand	Fläche	ges. Gel.
<b>Schultergelenk</b>	Humerus	Caput humeri						
	Scapula	Cavitas glenoidalis						
<b>Ellenbogengelenk</b>	Humerus	Capitulum humeri						
	Radius	Caput radii						
	Humerus	Trochlea						
	Humerus	Incisura trochlearis						
<b>prox. Handgelenk</b>	Radius	Facies art. carpea						
	Ulna	Caput ulnae						
<b>Radioulnargelenk</b>	Radius	Circumferentia art.						
	Ulna	Incisura radialis						
	Radius	Incisura ulnaris						
	Ulna	Circumferentia art.						
<b>Hüftgelenk</b>	Femur	Caput femoris						
	Femur	Fovea capitis femoris						
	Os coxae	Acetabulum						
<b>Kniegelenk</b>	Femur	Condylus med. femoris						
	Femur	Condylus lat. femoris						
	Femur	Unterrd. Fossa intercond.						
	Tibia	Condylus med. tibiae						
	Tibia	Condylus lat. tibiae						
	Femur	Facies patellaris med.						
	Femur	Facies patellaris lat.						
	Patella	Facies med.						
	Patella	Facies lat.						
<b>prox. Sprunggelenk</b>	Tibia	Facies art. inf.						
	Talus	Facies art. sup.						
	Talus	Facies malleolaris med.						
	Fibula	Facies art. malleoli						
	Talus	Facies malleolaris lat.						
<b>dist. Sprunggelenk</b>	Talus	Facies art. calcan. post.						
	Calcaneus	Facies art. tal. post.						
	Talus	Facies art. calcan. med.						
	Calcaneus	Facies art. tal. med.						
	Talus	Facies art. calcan. ant.						
	Calcaneus	Facies art. tal. ant.						
	Talus	Facies art. navicul.						

An jeder Gelenkregion werden die Flächen und Ränder betrachtet. Die Verschleißspuren lassen sich in sechs Klassen (0-VI) einteilen. Für das gesamte Gelenk werden die Mittelwerte aus den einzelnen Gelenkbereichen gebildet.

### 3.1.8 Pathologien

Jedes Skelett wurde auf eventuelle Pathologien untersucht, wobei sorgfältig zwischen Pseudopathologien aufgrund von Dekompositionsvorgängen und „echten“ Pathologien zu unterscheiden ist (Grupe et al., 2005).

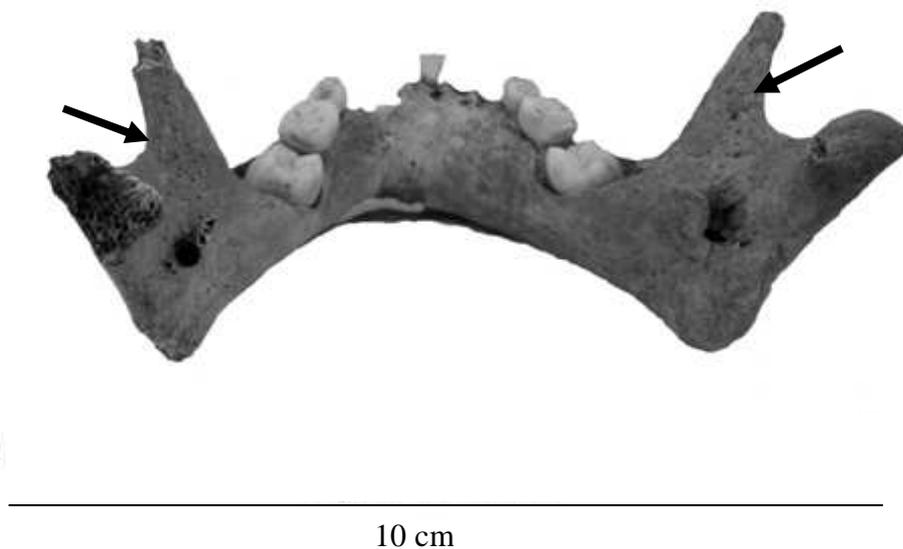
Relativ problemlos sind (verheilte) Frakturen zu diagnostizieren, welche als Folge einer zu hohen physikalischen Belastung des Knochens entstanden (Abb. 16). Werden in einer Bevölkerung viele gut ausgeheilte Frakturen gefunden, kann davon ausgegangen werden, dass die medizinische Versorgung gut war. Von traumatischen Frakturen müssen solche, welche durch eine „Ermüdung“ des Knochens infolge Mineralverlust entstehen, so genannte „pathologische“ Frakturen als Folge einer Primärerkrankung (z.B. Oberschenkelhalsbruch infolge von Osteoporose) (Grupe et al., 2005) unterschieden werden.



**Abb. 16:** Individuum „U. 169/2“. Verheilte Fraktur der Tibia mit Synostose der Fibula an der Bruchstelle. Ansicht von dorsal.

Erfährt der Knochen durch harte Arbeit oder infolge einer Fehlstellung von Gelenken unphysiologisch hohe Belastungen, können degenerative Gelenkerkrankungen entstehen. Im schlimmsten Fall ist eine vollständige Auflösung des Gelenkknorpels mit nachfolgender „Erosion“ des Knochens zu beobachten. Im Gelenk reibt dann Knochen auf Knochen, die Gelenkfläche erscheint schließlich wie poliert (Eburnisation) (Grupe et al., 2005). Spezifische degenerative Veränderungen lassen ggf. auf die Lebensweise der betreffenden Bevölkerung schließen, günstigstenfalls können die Aktivitätsmuster der einzelnen Individuen festgestellt werden (Larsen, 1997).

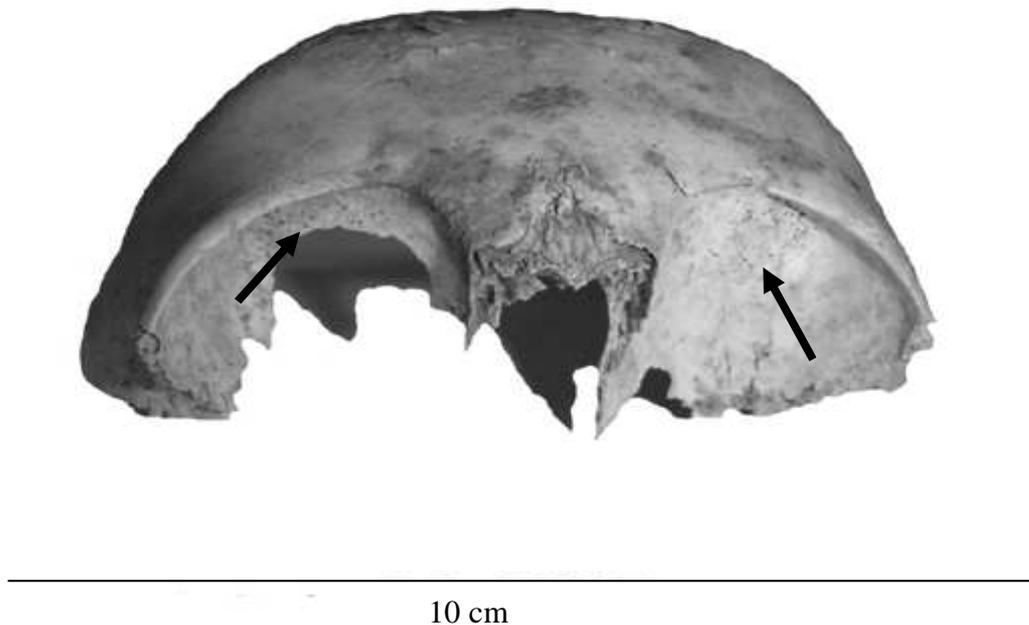
Anämien, Eisenmangelerkrankungen, Vitamin- und Spurenelementmangel sind meist die Folge von Fehlernährung. Sie können an Skelettfunden festgestellt werden, wenn die Mangelerkrankung den Skelettstoffwechsel direkt beeinflusst, wie dies beispielsweise bei Vitamin C Mangel der Fall ist. Vitamin C ist für die Hydroxylierung der Aminosäure Prolin ein unverzichtbarer Kofaktor und somit für die Stabilität des Knochenmatrixkollagens wichtig. Bei Vitamin C Mangel wird ein Defektkollagen gebildet, welches weniger elastisch ist. Die Folge sind Blutungen aufgrund von Gewebsbrüchigkeit (z.B. Zahnfleischbluten), auch Einblutungen unter die Knochenhaut. Die als Reaktion darauf neu gebildeten, sehr porösen Knochenauflagerungen sind bevorzugt in Gelenknähe, also an Orten hoher mechanischer Belastung, zu finden (Grupe et al., 2005) (Abb. 17).



**Abb. 17:** Individuum „U. 122“. Porotische Hyperostose auf einem kindlichen Unterkiefer.

Mangel an Vitamin D führt zu Rachitis, hierbei kommt es zu einer Verbiegung der Langknochen infolge unzureichender Mineralisierung. Dieses Krankheitsbild, wie auch andere Mangelerkrankungen, wird häufig bei kindlichen Skeletten gefunden. Oft sind davon Kinder betroffen, welche gerade abgestillt wurden. Zu diesem Zeitpunkt sind Kleinkinder zudem besonders anfällig für Affektionen des Verdauungstraktes (*weanling diarrhoea*) (Dittmann & Grupe, 2000).

Ein weiterer Hinweis auf Eisen- und Folsäuremangel, z. T. auch in Folge von Parasitenbefall, ist das Vorhandensein von *Cribrra orbitalia*, feinporösen Durchbrüchen im Orbitadach infolge einer Hypertrophie des blutbildenden Knochenmarks (Grupe, 1995a; Herrmann et al., 1990) (Abb. 18).



**Abb. 18:** Individuum „U. 210“. Cribra orbitalia.

Zähne können sich ggf. in Über- oder Unterzahl entwickeln, ursächlich sind Proliferationsstörungen während der Ontogenese. Aufgrund einer gestörten Morphogenese kann es zu abweichenden Kronen- und Zahnformen, sowie zu abweichenden Schmelz-Dentin-Verteilungen (z.B. Bildung von Schmelzperlen) kommen (Herrmann et al., 1990).

Zu den häufigsten Erkrankungen der Zähne und des Zahnhalteapparates gehört Karies. Bei der Vergärung von Kohlenhydraten entsteht ein saures Milieu in der Mundhöhle, was eine Auflösung der Hartsubstanzen Schmelz und Dentin zur Folge haben kann. Ohne therapeutische Behandlung führt Karies zum Zahnverlust (Grupe et al., 2005; Herrmann et al., 1990).

Alkalisches Milieu in der Mundhöhle hingegen fördert die Bildung von Zahnstein.

Als Parodontopathien werden die Erkrankungen des Zahnhalteapparates bezeichnet. Die Parodontitis ist die entzündliche Form und wird meist durch Bakterien hervorgerufen; die Parodontose ist eine nicht-entzündliche Degeneration des Zahnhalteapparates und entsteht als Folge hoher physikalischer Belastungen des Gebisses (Grupe et al., 2005).

Durchlebt der menschliche Körper während der Zahnschmelzgenese physiologische Stresssituationen, können transversale Schmelzhypoplasien resultieren, sichtbar als „Einkerbungen“ auf der Zahnkrone. Anhand transversaler Schmelzhypoplasien kann unter Berücksichtigung der Schmelzbildungsphasen der Zeitpunkt festgestellt werden, zu welchem das betreffende Individuum eine besonders belastende Zeit in seiner Entwicklung durchlebte (z.B. Abstillzeitpunkt) (Grupe et al., 2005).

### **3.1.9 Anatomische Varianten**

Bei anatomischen Varianten (auch als Discreta bezeichnet) handelt es sich meist um auffällige morphologische Besonderheiten des Skeletts ohne Krankheitswert. Dazu gehören beispielsweise zusätzliche Knochenkerne in den Schädelnähten (Worm'sche Knochen), zusätzliche Foramina (z.B. Foramen supratrochleare am Humerus) ggf. auch akzessorische Gelenkflächen (Hockfacette, Reiterfacette) (Herrmann et al., 1990).

Anatomische Varianten können ggf. Aufschluss über Verwandtschaften geben (Sjøvold, 1988). Welchem Erbgang diese Varianten folgen, ist allerdings mehrheitlich nicht bekannt.

Neben den vererbten gibt es aber auch im Rahmen dauerhafter Aktivitäten erworbene Varianten, wie z.B. Hock- oder Reiterfacetten, welche durch gewohnheitsmäßiges Hocken bzw. regelmäßiges Reiten, entstehen (Larsen, 1997). Bei einer dritten Gruppe spielen sowohl Aktivitätsmuster als auch genetische Disposition eine Rolle (Hauser & De Stefano, 1989). Hierzu gehören z.B. die Nahtknochen des Schädels, welche sowohl durch Schädeldeformation hervorgerufen werden können als auch in einigen Populationen bereits natürlicherweise besonders häufig auftreten (Herrmann et al., 1990). Eine genetische Grundlage konnte bislang aber nur für einige Merkmale der Zähne bzw. des Gebisses nachgewiesen werden (Alt, 1997).

## **3.2 Chronologische Sterbealtersbestimmung anhand der Zuwachsringe im Zahnzement**

Bei den Gräberfeldern von Kelheim und Zeholfing wurde von 51 bzw. 24 erwachsenen Individuen das chronologische Sterbealter anhand der Zuwachsringe im Zahnzement bestimmt. Bei dem Gräberfeld von Unterigling wurde von allen erwachsenen Individuen, welche noch Zähne aufwiesen (n=170), das chronologische Sterbealter bestimmt.

Die Auswahl der Individuen erfolgte nach Verfügbarkeit der Zähne (nicht bei allen Individuen waren Kiefer bzw. Zähne überliefert). Es wurden hauptsächlich Prämolaren untersucht, in Ausnahmefällen auch Molaren oder Incisivi.

### **3.2.1 Herstellung der Präparate**

Die Zähne wurden in das Epoxidharz Biodur E12 (Fa. Gunther von Hagens, Heidelberg) eingebettet. Das Kunstharz dringt dabei in den Zahn ein und sorgt dafür, dass dieser durch den Vorgang des Schneidens nicht zerstört wird. Das Biodur E12 wurde mit dem Härter E1 im Mischungsverhältnis 100 zu 28 polymerisiert. Die eingebetteten Zahnproben wurden 48 h bei – 0,8 bar im Exsikkator evakuiert.

Hierauf erfolgte eine Aushärtung der Proben für 24h im Trockenschrank bei 30°C und anschließend noch einige Tage bei Raumtemperatur.

Die eingebetteten Zähne wurden dann in ein Innenlochsägemikrotom eingespannt (Sägeschnittmikrotom Leica 1600, Fa. Leitz) und die Wurzel quer zur Längsachse geschnitten wobei Schnitte aus dem oberen und mittleren Wurzeldrittel hergestellt wurden. Die Zahnkrone wurde zuvor nach Augenmaß entfernt. Pro Zahn wurden, sofern es der Erhaltungsgrad erlaubte, 12 Schnitte mit einer Schnittdicke von 70µm angefertigt (Großkopf 1988, Kagerer 2000). Nach dem Trocknen wurden sie auf einen Objektträger (76 x 26 x 1, Fa. Menzel-Gläser) aufgebracht, mit dem Kunstharzklebstoff Eukit (Fa. Kindler GmbH) überschichtet und mit einem Deckgläschen (24 x 50, Fa. Menzel-Gläser) bedeckt.

### **3.2.2 Mikroskopie und Bildbearbeitung**

Die Mikroskopie der Schnitte erfolgte an einem Durchlichtmikroskop (Zeiss: Axioskop 2 plus) mit Digitalkamera (AxioCam MRc). Die AxioCam MRc (color) ist mit einem Farbsensor mit 1300 x 1030 Bildpunkten ausgestattet.

Die Schnitte wurden unter dem Lichtmikroskop bei 20-facher Vergrößerung betrachtet und die jeweils besten Stellen eines Präparates, d.h. fünf aus 12 Schnitten, mit der Digitalkamera photographiert. Zahn- bzw. Wurzelbereiche, welche Karies, Parodontosen oder Risse im Zahnzement aufwiesen, wurden ausgeschlossen.

Die Software Axio Vision ermöglichte die Übertragung der Bilder auf den PC. Axio Vision ist ein modular aufgebautes Bildbearbeitungs- und Analysesystem für die Mikroskopie. Die Basisfunktionen bestehen aus Bildaufnahme, Bildbearbeitung und Bildarchivierung. Die Aufnahmen wurden anschließend mit Adobe Photoshop 6.0 nachbearbeitet, wobei diese Nachbearbeitung überwiegend aus einer Kontrasterhöhung und der Maskierung unscharfer Stellen bestand, wodurch die Ringe im Zahnzement deutlicher sichtbar gemacht wurden. Die so bearbeiteten Bilder der Zahnwurzelquerschnitte wurden ausgedruckt und manuell ausgezählt. Nur solche Präparate kamen zur Auswertung, welche zumindest stellenweise eine komplett erhaltene Zementschicht aufwiesen.

### 3.2.3 Auszählen der Ringe

Als Startpunkt für die Auszählung diente die in der Regel deutlich ausgeprägte Durchtrittslinie (Kagerer & Grupe, 2001b) (Abb. 19). Aufgrund ihrer Mindermineralisierung ist die Durchtrittslinie an ihrer hellen Farbe zu erkennen.

Gezählt wurden entweder die schwarzen oder die weißen Ringe. Jeder Ausdruck wurde drei Mal ausgezählt. Somit ergaben sich für jeden Zahn (max. fünf Bilder pro Zahn) maximal 15 Zählungen. Aus diesen 15 Zählungen wurde der „stabilste“ Wert (Kagerer & Grupe, 2001b) ermittelt, jener Wert, welcher in den Zählungen am häufigsten vorkam. Bei unklaren Zählergebnissen wurde von einer zweiten Person erneut drei Mal nachgezählt. Insgesamt mussten 38 Zähne aus Unterigling ein zweites Mal nachgezählt werden. Die Bestimmung des Sterbealters der Individuen erfolgte durch Addition des Durchbruchalters des entsprechenden Zahnes zu der ermittelten stabilsten Zahl an Zuwachsringen.

Um die zahnzementhistologische Altersdiagnose korrekt durchführen zu können, muss das genaue Durchbruchalter des betreffenden Zahns bekannt sein (Tabelle 6). Die Zähne werden nach ihrer Lage im Kiefer klassifiziert, verbreitet ist eine zweizifferige Codierung:

Die erste Zahl gibt den Quadranten an, in welchem sich der betreffende Zahn befindet, gezählt wird gegen den Uhrzeigersinn von rechts oben (Quadrant 1) nach rechts unten (Quadrant 4).

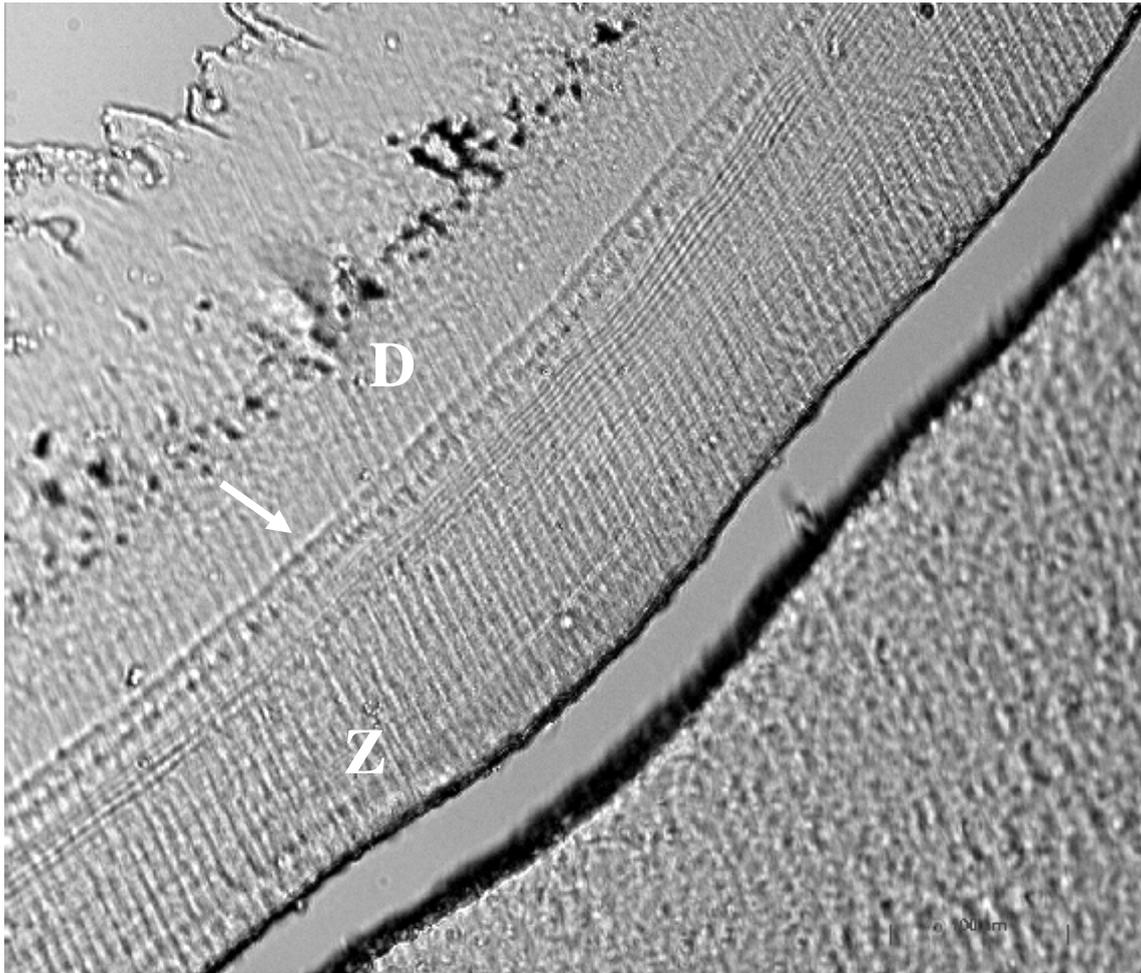
Die zweite Zahl gibt die Zahnposition innerhalb des Quadranten an. Bei den Prämolaren handelt es sich jeweils um den 4. bzw. 5. Zahn eines Quadranten.

Beispiel: „14“ = erster Prämolare im rechten Oberkiefer

Falls die Lage eines Zahns nicht exakt bestimmt werden konnte, wurde der Durchschnitt der Durchbruchalter der in Frage kommenden Zähne herangezogen (Tabelle 6).

**Tabelle 6:** Durchbruchzeiten der Prämolaren in Jahren

Oberkiefer				
rechts	links	weiblich	männlich	Durchschnitt
14	24	10,06	10,43	10,25
15	25	10,87	11,22	11,05
Unterkiefer				
rechts	links	weiblich	männlich	Durchschnitt
44	34	10,32	10,9	10,61
45	35	11,06	11,61	11,3



**Abb. 19:** Gut erhaltene Zementschicht des Individuums „U. 64“. D: Dentin, Z: Zement; →: Durchtrittsline

### 3.3 Isotopenanalysen

#### Kollagenextraktion

Die Kollagen-Gelatine-Extraktion ist eine invasive Methode, wobei zur Probenentnahme eine Knochenstelle ausgewählt wurde, welche für den morphologischen Befund ohne diagnostischen Wert war. Meist handelte es sich um Rippen-, Kalottenfragmente oder Phalangen, welche zuerst mechanisch - unter fließendem Wasser - und danach im Ultraschallbad (Fa. Bachofer) in destilliertem Wasser gereinigt wurden.

Die getrockneten Knochenstücke wurden zu feinem Pulver zermahlen und folgender Extraktion unterzogen (modifiziert nach Ambrose, 1993):

Jeweils ca. 250mg Knochenpulver (genaue Einwaage mittels Feinwaage Fa. Ohaus, Analytical Plus) wurden nach Zugabe von 5ml 1M HCl für 20 Minuten auf den Rollenschüttler (Fa. Neolab) gestellt. Die Salzsäure löst die mineralische Phase des Knochens und das adsorbierte Karbonat. Anschließend wurden die Proben bei 3000rpm zentrifugiert (Laborzentrifuge Sigma 2K15) und mit destilliertem Wasser bis zur Neutralität (pH 7) gewaschen. Das Pellet wurde danach in 5ml 0,125M NaOH

resuspendiert und aufgeschüttelt (Vortex-Mixer 7-2020, Fa. Neolab). Der Probenansatz blieb nun für 20 Stunden auf dem Rollenschüttler. Durch diese Laugen-Behandlung werden Huminsäuren aus dem demineralisierten Knochen gefällt.

Anschließend wurde der Probenansatz wiederum zentrifugiert, mehrfach mit destilliertem Wasser gewaschen, in 5ml 0,001M HCl überführt und für 10 bis 17 Stunden bei 90°C im Wasserbad (Fa. Memmert) inkubiert. Durch diese Vorgehensweise und das leicht saure Milieu wird das Kollagen als Gelatine aus dem Pellet herausgelöst. Das Kollagen, welches sich nun in Lösung befindet, wird durch erneutes Zentrifugieren (5 Minuten bei 3000rpm) vom Rückstand getrennt und über Filternutschen, die zusätzlich mit Rundfiltern (MN 615, 22s, Durchmesser: 5,5cm; Dicke: 0,16cm) versehen sind, in Schnappdeckelgläser überführt.

Das gelöste Kollagen wird anschließend lyophilisiert (Gefriertrocknungsanlage Fa. Christ, Alpha1-4 LD).

### **Aminosäureanalyse**

Zur Qualitätskontrolle des extrahierten Kollagens wurde eine Aminosäureanalyse der Lyophilisate durchgeführt.

Etwa 2mg der lyophilisierten Proben wurden in Teflongefäßen mit 1ml 6M HCl versetzt und aufgeschüttelt. Danach wurden die Proben für 11 bis 15 Stunden bei 115°C im Wärmeschrank hydrolysiert. Nachdem die Salzsäure abgeraucht war, wurde das gelblich-bräunliche Hydrolysat in 1ml 0,2M Lithium-Citrat-Puffer (pH=2,2) (Fa. Pharmacia Biotech) aufgenommen. Als Standard diente ein definiertes Aminosäuregemisch der Fa. Sigma. Anschließend erfolgte die eigentliche Aminosäureanalyse am HPLC-Aminosäure-Analysator 4151 Alpha Plus (Li-System) (Fa. Pharmacia Biotechnology).

Die Erstellung der Aminosäurechromatogramme erfolgte in einem laufenden Flüssigkeits-Chromatographie-Verfahren. Zuerst wurden die einzelnen Kollagenproben mit verschiedenen konzentrierten, unterschiedlichen pH-Puffern auf eine Ionenaustauschersäule gepumpt. Aufgrund dieser unterschiedlichen Puffer werden die Aminosäuren der Probe in Abhängigkeit von ihrem isoelektrischen Punkt einzeln von der Säule eluiert.

Die Probe wird am Mischblock mit Ninhydrin gemischt und bildet unter hohen Temperaturen einen blauen Farbkomplex. Dieser wird im Photometer bei Wellenlängen von 440nm und 570nm gemessen. Anhand der Farbintensität kann die jeweilige Aminosäurekonzentration bestimmt werden. Ein angeschlossener Computer (Scientific Software: EZChrom Chromatography Data System) wertet das elektrische Signal aus (Fa. Pharmacia, Biotechnology, Laboranleitung für den Typ LKB Alpha Plus II).

Folgende Aminosäuren wurden untersucht:

cys ac = Cysteinsäure, tau = Taurin, OH-pro = Hydroxyprolin, meth. sulf = Methioninsulfon, asp = Asparaginsäure, thr = Threonin, ser = Serin, mur = Muraminsäure, asn = Asparagin, gln = Glutamin, glu = Glutaminsäure, pro = Prolin, gly = Glycin, ala = Alanin, cys = Cystein, val = Valin, met = Methionin, ile = Isoleucin, leu = Leucin, tyr = Tyrosin, phe = Phenylalanin, pim = Pimelinsäure, his = Histidin, nor = Norleucin, gaba =  $\gamma$ -Aminobuttersäure, OH-lys = Hydroxylysin, NH<sub>3</sub> = Ammoniak, lys = Lysin, orn = Ornithin, arg = Arginin

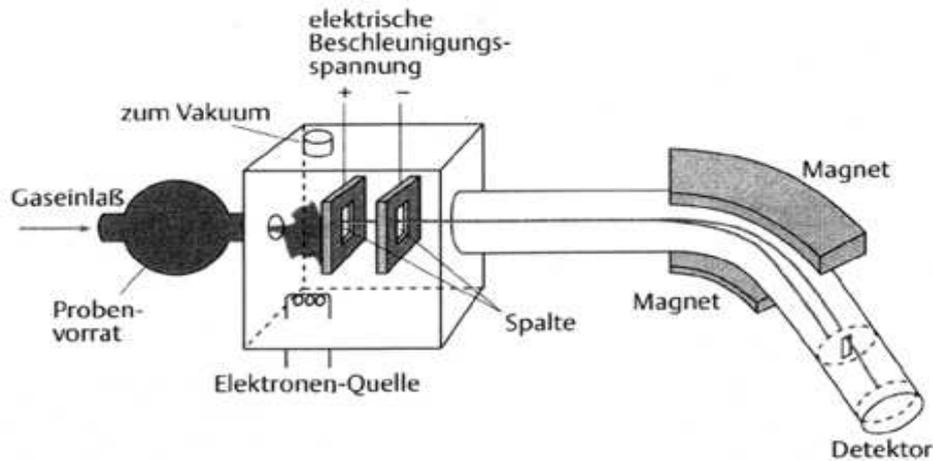
### **Karbonat-Extraktion**

Die Knochen wurden, wie bereits oben beschrieben, vorbehandelt.

Jeweils 100mg Knochenpulver wurden folgenden Extraktionsschritten unterzogen (modifiziert nach Balasse et al., 1999): Das Knochenpulver wird mit 5ml 4% NaOCl-Lösung versetzt und auf einen Rollenschüttler (Fa. Neolab) gestellt, bis keine Bläschenbildung mehr zu erkennen ist. Treten nach einem Tag noch Bläschen auf, muss das NaOCl gewechselt werden. In diesem Schritt wird der organische Anteil der Probe durch Oxidation entfernt (Koch et al., 1997). Nach 2 bis 3 Tagen wird die Probe bei 2100rpm 5 Minuten zentrifugiert und mit destilliertem Wasser bis zur Neutralität (pH 7) gewaschen. Das Pellet wird dann in 5ml Calcium-Acetat-Essigsäure-Puffer (pH 4,75) resuspendiert und einen halben Tag inkubiert. Dieser Schritt dient der Entfernung des adsorbierten Karbonates (Lee-Thorp & van der Merwe, 1991). Danach werden die Proben wiederum zentrifugiert und erneut bis zur Neutralität (pH 7) gewaschen. Anschließend wird der Überstand und das Pellet in Schnappdeckelgläschen überführt und 3 bis 4 Tage lyophilisiert. Um den störenden „Hintergrund“ durch den in den Wassermolekülen vorliegenden Sauerstoff bei der Massenspektrometrie zu minimieren, werden die Lyophilisate in Eppendorf-Cups mit offenem Deckel für mehrere Stunden bei 50°C in den Wärmeschrank gestellt.

### **Massenspektrometrie**

Ein Massenspektrometer wird verwendet, um zu ermitteln, welche Isotope ein Element enthält, was ihre genauen Massen sind und in welchem Mengenverhältnis sie vorliegen (Abb.20).



**Abb. 20:** Aufbauprinzip eines Massenspektrometers (Abb. aus Mortimer, 1996)

Zur Analyse der Verhältnisse der stabilen Kohlenstoffisotope ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) und der Stickstoffisotope ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) wird ein gekoppeltes Analysesystem (CHN-Analysator NA 2500) und ein Isotopenverhältnis-Massenspektrometer (Fa. Thermo Finnigan) verwendet.

Die Proben wurden in dem CHN-Analysator unter Sauerstoffzugabe bei bis zu  $1800^\circ\text{C}$  verbrannt. Das entstandene Gasgemisch wurde zu  $\text{CO}_2$  und  $\text{N}_2$  umgewandelt und mit Helium als Trägergas über „CONFLO II-Interface“ (Fa. Thermo Finnigan) in das Isotopen-Massenspektrometer überführt. Die Messung der Isotopenverhältnisse erfolgte als Verhältnis der Proben zu einem Laborstandard.

Der Laborstandard wurde anhand der IAEA (International Atomic Energy Agency) Standards NBS 18 (ein Kalzit) und NBS 19 (Kalkstein) für  $\text{CO}_2$ , sowie der Standards N1 und N2 für  $\text{N}_2$  kalibriert.

Die Isotopenverhältnisse wurden relativ gegen PDB (fossiler mariner Kalkstein des Cephalopoden *Belemnitella americana* (Craig, 1957 in Ambrose, 1993) bzw. gegen Luft-Stickstoff (Mariotti, 1983) in der konventionellen Delta-Notation ( $\delta^{13}\text{C}$  bzw.  $\delta^{15}\text{N}$ ) in Promille dargestellt:

$$\delta(\text{‰}) = [(R_{\text{Probe}}/R_{\text{Standard}})-1] \times 1000 \text{ (McKinney et al., 1950 in Ambrose, 1993)}$$

R stellt das Verhältnis des schweren zum leichten Isotop dar.

Die Gleichung zur Berechnung von  $\delta^{13}\text{C}$  lautet:

$$\delta^{13}\text{C}_{(\text{Probe})} = [({}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}_{\text{Probe}})/({}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}_{\text{PDB}})-1] \times 1000 \text{ [Promille]}$$

Die Gleichung zur Berechnung von  $\delta^{15}\text{N}$  lautet:

$$\delta^{15}\text{N}_{(\text{Probe})} = [({}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}_{\text{Probe}})/({}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}_{\text{LUFT}})-1] \times 1000 \text{ [Promille]}$$

Der Messfehler des Laborstandards beträgt  $\leq 0,15\text{‰}$  (persönliche Mitteilung von Dr. Ulrich Struck vom GeoBio Center der LMU München, 2005).

Die Messung der Isotopenverhältnisse des Kohlenstoffs ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) und des Sauerstoffs ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ) in den Karbonatproben erfolgt ebenfalls in einem gekoppelten Analysesystem (Fa. Thermo Finnigan, Gasbench II und Delta plus). Die Probe reagiert bei konstanter Temperatur von  $72^\circ\text{C}$  mit Ortho-Phosphorsäure. Dabei entsteht  $\text{CO}_2$ . Dieses wird mit Helium als Trägergas in ein Isotopenverhältnis-Massenspektrometer überführt. Die Verhältnisse werden mit Hilfe eines kalibrierten, gasförmigen Standards bestimmt. Zur Kalibrierung des Laborstandards dienen die IAEA Standards NBS 18 und NBS 19 (Kalzite). Die Isotopenverhältnisse werden relativ zu PDB in der konventionellen Delta-Notation ( $\delta^{13}\text{C}$  bzw.  $\delta^{18}\text{O}$ ) in Promille dargestellt.

Für die Berechnung von  $\delta^{13}\text{C}$  siehe obige Gleichung.

Die Gleichung für die Berechnung von  $\delta^{18}\text{O}$  lautet:

$$\delta^{18}\text{O}_{(\text{Probe})} = \left[ \frac{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O}_{\text{Probe}})}{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O}_{\text{PDB}})} - 1 \right] \times 1000 \text{ [Promille]}$$

Der Messfehler des Laborstandards beträgt  $\leq 0,1\%$  (persönliche Mitteilung von Dr. Ulrich Stuck vom GeoBio Center der LMU München, 2005).

### 3.4 Methoden der Paläodemographie

#### Berechnung von Sterbetafeln

Bei der Berechnung einer Sterbetafel (Acsádi & Nemeskéri, 1970), geht man vereinfachend von einer stationären Bevölkerung aus, einer Bevölkerung also, in der die Geburtenrate gleich der Sterberate ist. Des Weiteren nimmt man an, dass alle Individuen einer „Kohorte“ angehören. In der Demographie bedeutet dies, dass alle Individuen in einem Jahrgang geboren wurden. In der Paläodemographie ist damit der Belegungszeitraum bzw. der Zeitraum für die einzelnen Bestattungsareale gemeint.

Zu Beginn werden die Skelette in Altersklassen bestimmten Umfangs eingeteilt. Für die Bevölkerung von Unterigling wurden bis zu einem Alter von 24 Jahren 5-Jahres-Klassen gewählt, danach 7 Jahres-Klassen (Herrmann et al., 1990). Für die Bevölkerungen von Kelheim und Zeholfing war in den höheren Altersklassen nur eine Einteilung in 20 Jahres-Klassen möglich. Anschließend wird, nach folgenden Formeln, eine Sterbetafel berechnet, aus welcher dann bestimmte Kenngrößen, wie Lebenserwartung oder Sterbewahrscheinlichkeit abgelesen werden können (nach Acsádi & Nemeskéri, 1970; Grupe et al. 2005):

$x$  = 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

$$= \frac{D_x}{\sum D_x} 1000 [\%]$$

$l_x$  = relative Anzahl der Überlebenden in x

$$= l_{x-1} - d_{x-1} \text{ mit } l_{x=0} = 1000 [\%]$$

$q_x$  = Sterbewahrscheinlichkeit in x

$$= \frac{d_x}{l_x} 1000 [\%]$$

$p_x$  = Überlebenswahrscheinlichkeit in x

$$= 1000 - q_x [\%]$$

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

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

$T_x$  = Anzahl der insgesamt noch zu lebenden Jahre

$$= T_{x-1} - L_{x-1} \text{ mit } T_{x=0} = \sum L_x$$

$e_x^0$  = mittlere Lebenserwartung in x

$$= \frac{T_x}{l_x}$$

### Sterbewahrscheinlichkeit

Die Sterbewahrscheinlichkeit lässt sich aus der Sterbetafel ablesen. Aufgrund des „Kleinkinderdefizits“ von Skelettpopulationen ist freilich die Sterblichkeit von Säuglingen und Kleinkindern anhand von Sterbetafeln nicht unbedingt verlässlich zu bestimmen. Bocquet-Appel & Masset (1977) entwickelten daher folgende Formeln, welche ohne die Altersgruppe der 0-4-jährigen auskommen. Die Altersklasse der 5-14-jährigen verwendeten Bocquet-Appel & Masset (1977) bewusst, da sich dieses Alter mit einem Fehler von nur 1-2 Jahren sehr genau bestimmen lässt. Die Schätzungen basieren auf dem Quotienten aus der Anzahl der 5-14-jährigen zu den über 20-jährigen. Dieses Verhältnis lässt sich auch bei prähistorischen Populationen mit hinreichender Genauigkeit berechnen (Langenscheidt, 1985).

Grundlage für die Schätzformeln von Bocquet-Appel & Masset (1977) bildeten empirische Daten von 40 Gräberfeldern, deren Messwerte durch die Formeln approximiert werden.

- Sterbewahrscheinlichkeit innerhalb des ersten Lebensjahres:

$${}_1\hat{q}_0 = 0,568 \times \sqrt{\log_{10} \left( 200 \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} \right)} - 0,438 \pm 0,016$$

- Sterbewahrscheinlichkeit innerhalb der ersten fünf Lebensjahre:

$${}_5\hat{q}_0 = 1,154 \times \sqrt{\log_{10} \left( 200 \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} \right)} - 1,014 \pm 0,041$$

### Lebenserwartung

Die Lebenserwartung  $\hat{e}_0^0$  wie auch die Sterbewahrscheinlichkeit können direkt aus der Sterbetafel abgelesen werden.

Bocquet-Appel & Masset (1977) geben eine Formel an, welche die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt schätzt; diese Formel berücksichtigt wiederum die genau schätzbare Altersklasse der 5-14-jährigen, d.h. die Kleinkinder gehen nicht in die Formel ein; eine Verfälschung durch Vorliegen eines Kleinkinderdefizits ist somit ausgeschlossen.

$$\hat{e}_0^0 = 78,721 \times \log_{10} \sqrt{\frac{D_{20-\omega}}{D_{5-14}}} - 3,384 \pm 1,503$$

### Repräsentanz der Skelettserie

Die Repräsentanz einer Skelettserie lässt sich auf verschiedene Weise überprüfen.

Die Formeln von Weiss (1973) basieren auf der Regel, dass die 10-14-jährigen in einer Bevölkerung die geringste Sterbewahrscheinlichkeit haben. Gleichzeitig sollten die Jugendlichen bzw. jungen Erwachsenen ein geringeres Sterberisiko aufweisen als die Säuglinge.

Es sollte also gelten:

$$Q_{10} < Q_{15} \quad \text{und}$$

$$Q_0 > Q_{15}$$

wobei

$$Q_x = \text{Mortalitätsrate} = 1 - \frac{l_{x+1}}{l_x}$$

$$Q_0 = 1 - \frac{l_{5-9}}{l_{0-4}}$$

$$Q_{10} = 1 - \frac{l_{15-19}}{l_{10-14}} \quad \text{und}$$

$$Q_{15} = 1 - \frac{l_{20-24}}{l_{15-19}}$$

Einen wichtigen Ansatzpunkt bieten auch hier Bocquet-Appel & Masset (1977). Im weltweiten Vergleich von Bevölkerungen stellten sie fest, dass die Zahl der 5-9-jährig Verstorbenen einer Bevölkerung immer mindestens doppelt so hoch ist wie die der 10-14-jährigen. Des Weiteren soll das Verhältnis der 5-14-jährigen zu den über 20-jährigen  $\geq 0,1$  sein.

Es gilt also:

$$\frac{D_{5-9}}{D_{10-14}} \geq 2 \quad \text{und} \quad \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} \geq 0,1$$

mit

$$\frac{D_{5-9}}{D_{10-14}} = \frac{\text{Anzahl der verstorbenen 5-9-jährigen}}{\text{Anzahl der verstorbenen 10-14-jährigen}}$$

und

$$\frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} = \frac{\text{Anzahl der verstorbenen 5-14-jährigen}}{\text{Anzahl der verstorbenen Erwachsenen}}$$

Eine Alternative bieten auch die Modellsterbetafeln der UN (1955). Diese schaffen Vergleichsmöglichkeiten für Bevölkerungen mit den unterschiedlichsten Lebensbedingungen, wodurch ggf. die Repräsentanz einer Bevölkerung eingeschätzt werden kann. Anhand der Modellsterbetafeln kann also überprüft werden, ob eine Bevölkerung mit einer Lebendbevölkerung vergleichbar ist.

Diese Modellsterbetafeln beziehen sich freilich auf mehr oder weniger rezente Bevölkerungen, und es ist somit umstritten, ob man diese zur Einschätzung historischer Bevölkerungen verwenden darf (Herrmann et al., 1990).

### **Maskulinitätsindex**

Durch den Maskulinitätsindex MI wird das zahlenmäßige Verhältnis von erwachsenen Frauen und Männern in einer Bevölkerung erfasst (Herrmann et al., 1990):

$$MI : \frac{\text{Männer} \times 100}{\text{Frauen}}$$

Ergibt sich ein MI von 100, bedeutet dies ein ausgewogenes Geschlechterverhältnis. Ist der MI  $< 100$ , liegt ein Frauenüberschuss vor, bei einem MI von  $> 100$  ein Männerüberschuss. Mit dem MI können z.B. Aussagen über das Entwicklungspotential einer Bevölkerung gemacht werden. Frauen im reproduktionsfähigen Alter stellen meist den limitierenden Faktor in Bezug auf das Bevölkerungswachstum dar (Herrmann et al., 1990).

### Abhängigkeitsindex

Der Abhängigkeitsindex veranschaulicht gewissermaßen die „soziale Bürde“ einer Bevölkerung. Er erfasst die Mitglieder einer Bevölkerung, deren Existenz von der sozialen Fürsorge anderer abhängt (Herrmann, 1987), gibt also das Verhältnis der Kinder und Alten zu den Erwachsenen „in den besten Jahren“ an.

$$AI : \frac{\% \sum (0-14) + \% \sum (60-\omega)}{\% \sum (15-59)}$$

### Schätzung der Populationsgröße

Auch die Schätzung der Populationsgröße, d.h. der Anzahl der gleichzeitig lebenden Individuen, gehört zu den Aufgaben der (Paläo-)Demographie. Wichtig dabei ist die Kenntnis der Gesamtzahl der Verstorbenen ( $\sum D_x$ ) sowie die Belegdauer (T) des Friedhofs. So ergibt sich die durchschnittliche Populationsgröße (P) einer Siedlung (Herrmann, 1987):

- nach Acsádi & Nemeskéri (1970):

$$P = \frac{\sum D_x \times e_0^0}{T} + k$$
$$\approx 1,1 \times \frac{\sum D_x \times e_0^0}{T}$$

k ist hier der von Acsádi & Nemeskéri (1970) geschätzte Korrekturfaktor von 10% von  $\frac{\sum D_x \times e_0^0}{T}$ ,

welcher die Fehlbestimmung des Umfangs einer wachsenden Bevölkerung bei Verwendung des stationären Bevölkerungsmodells ausgleicht. Er berücksichtigt, dass 10% der Bevölkerung aufgrund von Bestattungen an einem anderen Begräbnisplatz bzw. Abwanderung fehlt (Acsádi & Nemeskéri, 1970; Drenhaus, 1992; Herrmann, 1987; Herrmann et al., 1990).

### Mortalitätsrate

Davon ausgehend, dass in einer stationären Bevölkerung die Mortalitätsrate m gleich der Natalitätsrate n ist, erstellten Bocquet-Appel & Masset (1977) eine Regressionsgleichung zur Berechnung der Mortalitätsrate.

$$m = 0,127 \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} + 0,016 \pm 0,002 \quad m = n$$

Unter Zuhilfenahme dieser Regressionsgerade war es Langenscheidt (1985) möglich, zahlreiche mittelalterliche Bevölkerungen rechnerisch zu rekonstruieren (Herrmann, 1987).

### **Wachstumsrate**

Bocquet-Appel & Masset (1970) entwickelten des Weiteren eine Formel zur Berechnung der Wachstumsrate  $t$  einer Bevölkerung. Sie stützt sich auf die empirisch ermittelte Beziehung der Wachstumsrate zum proportionalen Anteil der Jugendlichen (5-14) und alten Menschen (60- $\omega$ ) jeweils bezogen auf die Zahl der über 20-jährigen. Der Vorteil besteht darin, dass diese Formel ohne die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt auskommt.

$$t = 1,484 \left[ \log_{10} \left( 200 \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} \frac{D_{60-\omega}}{D_{20-\omega}} \right) \right]^{0,03} - 1,485 \pm 0,006$$

Die Ergebnisse der morphologischen und chronologischen Altersbestimmung der Individuen von Unterigling, Kelheim und Zeholfing stellten die Grundlage für die Berechnung von Sterbetafeln und weiteren demographischen Schätzwerten dar. Um einen umfassenden diachronen Vergleich durchführen zu können, wurden so viele Werte wie möglich berechnet und mit Literatur-Werten für das europäische Mittelalter verglichen (Langenscheidt, 1985).

## IV. Ergebnisse

Im Ergebnisteil der vorliegenden Dissertation werden zunächst die Ergebnisse für jedes Gräberfeld getrennt erörtert. Ein Vergleich der untersuchten Skelettpopulationen wird in der Diskussion vorgenommen. Ziel der Untersuchungen ist es, schon im Ergebnisteil die Bevölkerung so zu skizzieren, dass ein Bild ihrer Lebensumstände entsteht.

Begonnen wird die Darstellung jeder Population mit den demographischen Berechnungen. Dies erwies sich als sinnvoll, da so erkannt wird, ob die Skelettserie für die Gesamtbevölkerung repräsentativ ist oder ob es sich bei der untersuchten Population nur um einen Bevölkerungsausschnitt handelt. Hier gehen auch Informationen zum Geschlechterverhältnis, der Größe der Lebendbevölkerung und der Höhe des Kleinkinderdefizits ein.

Daraufhin folgen die Auswertung des morphologischen Befundes, die Bestimmung des chronologischen Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement, sowie die Ergebnisse der Isotopenuntersuchungen.

### 4.1 Unterigling

Mittels anthropologischer Methoden soll festgestellt werden, wie die Bevölkerung von Unterigling tagtäglich lebte. Dies ist besonders anhand der Aktivitätsmuster möglich, da sich der Organismus den Gegebenheiten der Umwelt anpasst (Binder et al., 2006). Da keine Quellentexte zur Gesamtsituation des mittelalterlichen Unterigling vorhanden waren und auch die archäologischen Befunde keine Erklärungsansätze lieferten, ist es gerade für diese Bevölkerung wichtig, die Lebensumstände anhand anthropologischer Erkenntnisse rekonstruieren zu können.

Im Verlauf des Projekts entwickelten sich Hypothesen, welche es zu verifizieren oder zu widerlegen galt:

Da Unterigling nahe der alten römischen *Via Claudia* lag, sollte diese auch als Handelsweg genutzt worden sein. Gibt es also Hinweise auf Handelsbeziehungen zu anderen Bevölkerungen? Diese könnten sich beispielsweise in abweichenden <sup>18</sup>O-Isotopensignaturen der untersuchten Tierknochen widerspiegeln. Möglicherweise war Unterigling ein Handels- oder Schlachtplatz für Pferde, worauf die hohe Anzahl (n=460) gefundener Pferdeknochen hinweisen könnte (persönliche Mitteilung von Frau Susanne Bischler, Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin der LMU München, 2006). Falls es sich tatsächlich um einen Schlachtplatz handelte, gab es eventuell schon die Berufsgruppe der „Knochenhauer“, wie der Schlachter im Mittelalter genannt wurde? Natürlich ist es schwierig, eine konkrete Berufsgruppe nachzuweisen. Es kann lediglich festgestellt werden, ob es Individuen mit besonders auffälligen oder häufig auftretenden degenerativen Erkrankungen gab, welche durch eine einseitige, dauerhafte Belastung entstanden. Knochenhauer sollten beispielsweise

verstärkten Verschleiß der Schultergelenke aufweisen, da das Schlachten und das Zerteilen der Tiere einen großen Kraftaufwand vor allem aus der Schulter heraus erforderte. Aber auch Holzfäller würden vergleichbare degenerative Erkrankungen der Schultergelenke aufweisen (Schmidt, 1982). Es stellte sich ferner die Frage, ob es sich überwiegend um eine arbeitsteilige Gesellschaft handelte oder ob alle Individuen die anfallenden Arbeiten allein erledigten.

Möglich wäre auch, dass es sich bei Unterigling um einen Rastplatz vor bzw. nach der Überquerung der Alpen handelte, wo möglicherweise die müden Pferde gegen frische ausgetauscht wurden. Da die Pferde als Zug- und Lasttiere besonders wertvoll waren, wurden sie nur in äußersten Notzeiten geschlachtet (persönliche Mitteilung von Frau Dr. Henriette Manhart, Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin der LMU München, 2005). Falls es sich um Knochen ortsfremder Pferde handelte, sollte dies anhand der  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte im Knochenkarbonat nachweisbar sein. An einem Handelsplatz sollten freilich nicht nur Pferde, sondern auch andere Tierspezies und eventuell auch einige Menschen ortsfremde  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte aufweisen. Möglicherweise wurden Tiere gegen Nahrungsmittel (z.B. Weizen, Obst,...) eingetauscht.

Für Unterigling lag keine Pollenanalyse der Paläobotaniker vor, so dass keine Rückschlüsse auf das vorhandene Vegetationsspektrum gezogen werden konnten.

Da es sich bei den Unteriglingern um eine agrarisch lebende Bevölkerung handelte, sollten die Hüftgelenke am häufigsten von degenerativen Erkrankungen betroffen sein (Schultz, 1978; Stloukal & Vyhnánek, 1975).

Des Weiteren war es wichtig zu erfahren, ob die Unteriglinger kriegerischen oder gewalttätigen Auseinandersetzungen ausgesetzt waren. Dies ließe sich ggf. durch eine erhöhte Anzahl von Frakturen, insbesondere hiebbedingte Schädelverletzungen erkennen.

Handelte es sich bei den Unteriglingern um eine wohlhabende Bevölkerung, welche alle Mitglieder ausreichend mit Nahrung versorgen konnte? Diese Vermutung lag aufgrund der Nähe der Handelsstraße durchaus nahe.

Gab es die für das frühe Mittelalter typische hohe Säuglings- und Kindersterblichkeit (Grupe et al., 2005)? Wurden die Kinder gestillt und gab es Anzeichen für eine Bevorzugung eines Geschlechts (Engel & Voland, 1993; Schutkowski, 1991)?

Obwohl davon ausgegangen wird, dass sich in Unterigling noch keine Adelsschicht manifestiert hatte, wird den im Bereich der Separatgrablege bestatteten Individuen die Zugehörigkeit zu einer privilegierten Bevölkerungsschicht zugestanden (Meier, 2004) - lässt sich dies mit anthropologischen Methoden nachweisen? Es wäre zu erwarten, dass jene Individuen einen besseren Zugang zu tierischem Protein hatten (Grupe, 1990), weniger schwer arbeiten mussten, (was geringere Verschleißerscheinungen an den Gelenken zur Folge hat) und aufgrund einer besseren (medizinischen) Versorgung älter wurden als die Individuen auf dem Hauptfriedhof.

#### **4.1.1 Paläodemographie**

Die Paläodemographie stellt einen Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit dar, denn nur mittels paläodemographischer Schätzwerte ist es möglich, Populationen in Zeit und Raum miteinander zu vergleichen. Im Folgenden wird auf die wichtigsten demographischen Aspekte, wie die Erstellung einer Sterbetafel, die Berechnung der Repräsentanz der Skelettserie, die Berechnung der Lebenserwartung und der Sterbewahrscheinlichkeit, die Berechnung des Maskulinitätsindex und des Abhängigkeitsindex eingegangen. Ferner werden die Mortalitätsrate und die Wachstumsrate berechnet, sowie die Siedlungsgröße geschätzt. Um einen Vergleich mit anderen demographischen Arbeiten ziehen zu können, werden des Weiteren Parameter wie der Anteil der Erwachsenen, der 5-9-jährigen und der 10-14-jährigen, das Verhältnis der 5-14-jährigen zu den Erwachsenen und die Schätzwerte der Sterbewahrscheinlichkeiten innerhalb des ersten Lebensjahres bzw. der ersten fünf Lebensjahre nach Bocquet-Appel & Masset (1977) berechnet bzw. geschätzt. So können im Diskussionsenteil die Tabellen von Langenscheidt (1985) ergänzt und die untersuchten Skelettserien bezüglich demographischer Tendenzen überprüft werden.

Alle paläodemographischen Werte werden anhand der „Rohdaten“ aus der morphologischen Alters- und Geschlechtsbestimmung berechnet, da nur so eine optimale Vergleichbarkeit mit anderen Skelettserien gewährleistet ist, für welche ebenfalls nur die morphologischen Altersschätzungen vorlagen.

Die Skelettserie von Unterigling umfasste 292 Individuen, darunter 89 (30%) Kinder. Da von archäologischer Seite vermutet wird, dass die 9 Individuen umfassende Grabgruppe im Nordosten des Gräberfeldes zeitlich etwas früher einzuordnen ist als der übrige Friedhof, werden diese Individuen bei den paläodemographischen Berechnungen nicht berücksichtigt (Meier & Eibl, in Vorb.), so dass sich die paläodemographische Analyse auf 283 Individuen stützt.

Der Belegungszeitraum des Gräberfeldes von Unterigling-Loibachanger erstreckte sich gemäß <sup>14</sup>C-Datierung über etwa 100 Jahre. Von archäologischer Seite wird vermutet, dass der tatsächliche Belegungszeitraum nur schätzungsweise 60 Jahre umfasste (Meier & Eibl, in Vorb.), was 2-3 Generationen entspricht, es handelt sich also, zeitlich gesehen, nur um einen kleinen Bevölkerungsausschnitt.

#### **Sterbetafel**

Im Hinblick auf die geplante Berechnung der Sterbetafel wurde schon bei der Erstellung des morphologischen Befunds darauf geachtet, das Sterbealter der kindlichen und jugendlichen Individuen möglichst in 5-Jahres-Klassen einzuteilen. Für ältere Individuen wurde eine Einteilung in 20-Jahres-Klassen gewählt. Bei Überschneidungen zwischen zwei (oder mehr) Altersklassen, wurden die

betreffenden Individuen anteilig auf die jeweiligen Altersklassen aufgeteilt. Das erklärt Werte wie beispielsweise 56,5 bei der Anzahl der verstorbenen Individuen ( $D_{0-4}$ ) (Tabelle 7).

Die mittlere Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt betrug laut Sterbetafel 28 Jahre.

**Tabelle 7:** Sterbetafel für die Bevölkerung von Unterigling (n=283)

x	a	$D_x$	$d_x$	$l_x$	$q_x$	$p_x$	$L_x$	$T_x$	$e^0_x$
0-4	5	56,5	199,86	1000	199,86	800,14	4500,35	28284,03	28,28
5-9	5	27	95,51	800,14	119,37	880,63	3761,93	23783,68	29,72
10-14	5	10,5	37,14	704,63	52,71	947,29	3430,3	20021,75	28,41
15-19	5	16	56,6	667,49	84,8	915,2	3195,95	16591,45	24,86
20-39	20	85,1	301,03	610,89	492,77	507,23	9207,5	13395,5	21,93
40-59	20	72,2	255,39	309,86	824,21	175,79	3643,3	4188	13,52
60-79	20	15,4	54,47	54,47	1000	0	544,7	544,7	10

### Repräsentanz der Skelettserie

Die Repräsentanz der Skelettserie wurde sowohl nach Weiss (1973), als auch nach Bocquet-Appel & Masset (1977) überprüft (vgl. Kap.3.4). Wie schon in Kap. 3.4 beschrieben, ist die Methode von Weiss (1973) zur Bestimmung der Repräsentanz einer Skelettserie nur in bedingtem Umfang zu verwenden. Da für die Bevölkerung von Unterigling die Altersklasse „20-24“ nicht bestimmt werden konnte, wird für die Berechnung der Repräsentanz  $l_{20-39}$  statt  $l_{20-24}$  verwendet. Diese Änderung fällt aber nicht ins Gewicht, da sowohl  $l_{20-24}$ , als auch  $l_{20-39}$  gleich  $l_{15-19} - d_{15-19}$  sind.

- nach Weiss (1973):

$$Q_0 = 1 - \frac{l_{5-9}}{l_{0-4}} = \frac{800,14}{1000,00} = 0,20$$

$$Q_{10} = 1 - \frac{l_{15-19}}{l_{10-14}} = \frac{667,49}{704,63} = 0,05$$

$$Q_{15} = 1 - \frac{l_{20-39}}{l_{15-19}} = \frac{610,89}{667,49} = 0,08$$

$$Q_{10} < Q_{15} : 0,05 < 0,08 \rightarrow \text{erfüllt}$$

$$Q_0 > Q_{15} : 0,2 > 0,08 \rightarrow \text{erfüllt}$$

- nach Bocquet-Appel & Masset (1977):

$$\frac{D_{5-9}}{D_{10-14}} = \frac{27}{10,5} = 2,57$$

$$\frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} = \frac{37,5}{172,7} = 0,22$$

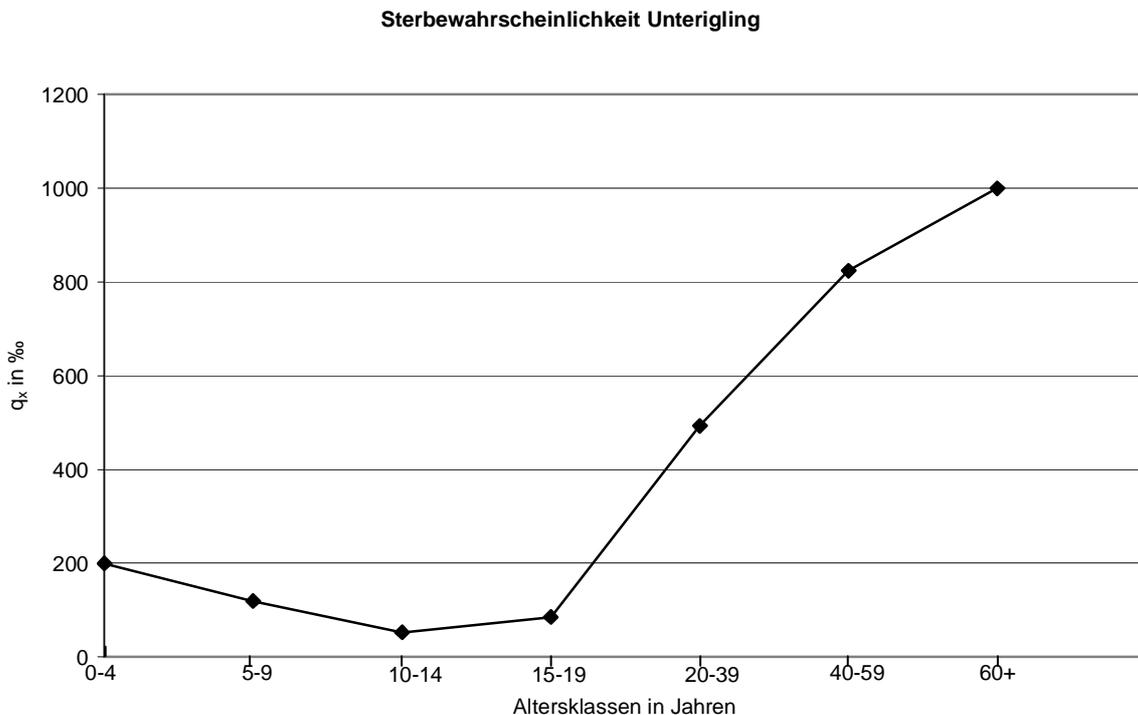
Dabei sollte

$$\frac{D_{5-9}}{D_{10-14}} \geq 2 \quad \text{und} \quad \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} \geq 0,1 \quad \text{sein - beide Bedingungen sind somit erfüllt.}$$

Nach beiden Berechnungsmethoden kann also davon ausgegangen werden, dass die Skelettserie von Unterigling einen repräsentativen Bevölkerungsausschnitt darstellt.

### Sterbewahrscheinlichkeit $q_x$

In Abbildung 21 ist die Sterbewahrscheinlichkeit innerhalb der verschiedenen Altersklassen dargestellt. Die Sterbewahrscheinlichkeit im Alter von 0-4 Jahren war relativ hoch, fiel dann aber ab bis zu ihrem Minimum im Alter von 10-14 Jahren. Ab dieser Altersklasse war ein stetiger Anstieg der Sterbewahrscheinlichkeit bis zu ihrem Maximum bei „60+“ Jahren zu beobachten. Der Verlauf dieser Kurve ist typisch für eine mittelalterliche Gesellschaft. Die höchste Sterblichkeit innerhalb der Non-Adulten ist unter den Säuglingen und Kleinkindern zu beobachten. Der Abstillzeitpunkt stellt eine besonders kritische Phase dar (Hühne-Osterloh, 1997), da die Kinder in dieser Zeit besonders anfällig für Infektionen des Verdauungstraktes sind (*weanling diarrhoea*) (Grupe et al., 2005). Durch die Muttermilch erhalten die Säuglinge einen passiven Immunschutz, welcher nach dem Abstillen nicht mehr gewährleistet ist, das Erkrankungsrisiko steigt also.



**Abb. 21:** Sterbewahrscheinlichkeit in den verschiedenen Altersklassen der Bevölkerung von Unterigling

Die Sterbewahrscheinlichkeit ist in der Altersklasse von 10-14 Jahren am geringsten. Eine erhöhte Sterbewahrscheinlichkeit ab dem 20. Lebensjahr ist durchaus verständlich: Viele Frauen starben in jener Altersklasse aufgrund von Schwangerschafts- und Geburtsrisiken (Brunner, 1972; Daim, 1987).

Neben den beobachteten Werten, werden im Folgenden die Schätzwerte für die Sterbewahrscheinlichkeit innerhalb des ersten bzw. der ersten fünf Lebensjahre angegeben (nach Bocquet-Appel & Masset, 1977). Anhand des Vergleichs zwischen beobachteten und geschätzten Werten kann auf ein eventuelles Kleinkinderdefizit geschlossen werden.

Sterbewahrscheinlichkeit innerhalb der ersten fünf Lebensjahre:

$${}_5\hat{q}_0 = 1,154 \times \sqrt{\log_{10} \left( 200 \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} \right)} - 1,014 \pm 0,041$$

$${}_5\hat{q}_0 = 0,463 \pm 0,041$$

Hiernach verstarben also 46% der Kinder der Bevölkerung von Unterigling in einem Alter von 0-5 Jahren.

Der beobachtete Wert lag bei 20%.

Hiernach „fehlten“ 139 Skelette von Kindern, welche innerhalb der ersten fünf Lebensjahre verstarben. Der Anteil der unter 5-jährigen, welche tatsächlich auf dem Friedhof von Unterigling bestattet wurden belief sich nur auf 29%. So können z.B. ungewollte Kinder abseits des Hauptfriedhofs und der dazugehörigen Siedlung bestattet (bzw. „entsorgt“) worden sein, indem sie im Wald deponiert wurden (Creel, 1966; Schwidetzky, 1967). Von mehreren Autoren wurde das Kleinkinderdefizit auch damit erklärt, dass die fragilen Knochen der Säuglinge aufgrund der geringen Tiefe in der sie bestattet wurden, leichter verloren gingen (Kölbl, 2004; Ulrich-Bochsler, 1997). Aufgrund ihres dünnwandigen Baus und der abweichenden chemischen Zusammensetzung (höherer Anteil an Phosphor, Kalzium und Kollagen, geringer Anteil an Karbonat) sind die Kinderknochen den natürlichen Erosionseinflüssen stärker ausgesetzt als die Knochen der Erwachsenen (Kaufmann & Schoch, 1983). Demnach waren die Kinder zwar ursprünglich auf dem Friedhof bestattet, ihre Knochen gingen aber im Laufe der Liegezeit verloren. Über den Verbleib insbesondere der Säuglingsknochen können deshalb nur Theorien aufgestellt werden.

Es ist durchaus vorstellbar, dass letzte Hypothese für die Kinder von Unterigling zutreffender ist. Der Großteil der Kinder im Säuglings- und Kleinkindalter wurde um die Kirche herum bestattet. Hier kann sogar von „Traufkindern“ gesprochen werden (Handwörterbuch des deutschen Aberglaubens, 1987), welche nach ihrem Tod nachträglich durch das Regenwasser, welches über die Dachtraufe der Kirche tropfte, getauft wurden.

Auch die Sterbewahrscheinlichkeit innerhalb des ersten Lebensjahres wurde nach der Formel von Bocquet-Appel & Masset (1977) berechnet:

$${}_1\hat{q}_0 = 0,568 \times \sqrt{\log_{10} \left( 200 \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} \right)} - 0,438 \pm 0,016$$

$${}_1\hat{q}_0 = 0,289 \pm 0,016$$

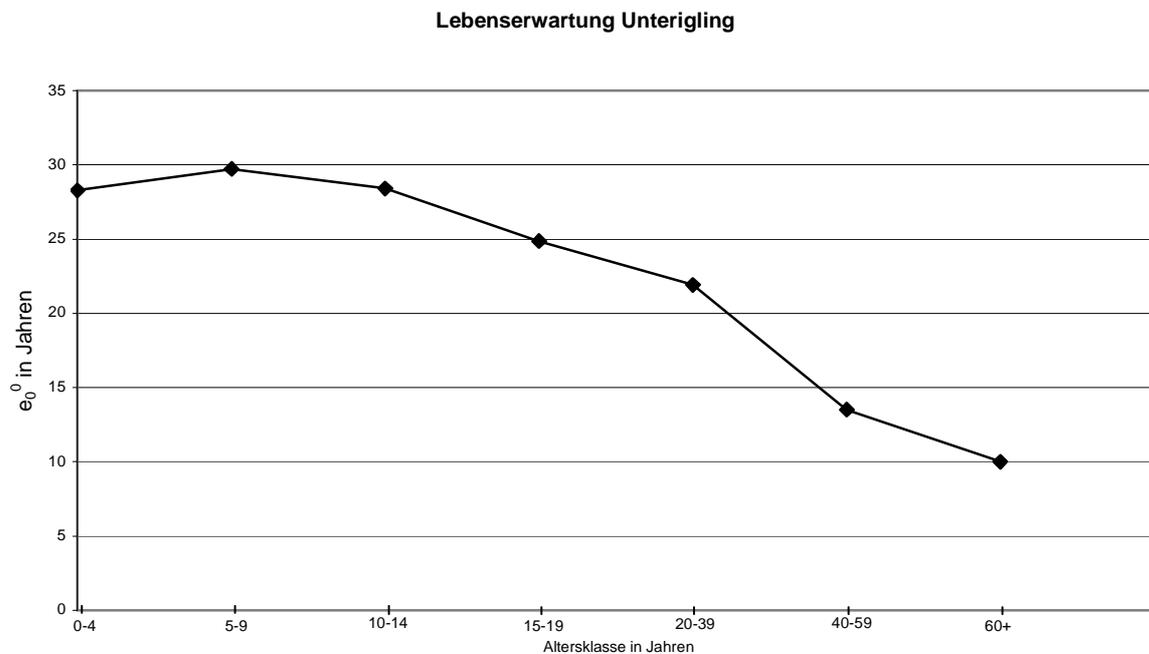
Nach dieser Formel verstarben 29% der Säuglinge innerhalb des ersten Lebensjahres.

Der beobachtete Wert lag bei 10%.

Aufgrund des Kleinkinderdefizits fehlten 94 Skelette von Säuglingen, welche innerhalb des ersten Lebensjahres verstarben. Der Anteil der unter 1-jährigen, welche auf dem Friedhof von Unterigling bestattet wurden betrug 23%.

### Lebenserwartung $e_x^0$

Der Kurvenverlauf der Lebenserwartung  $e_x^0$  ist in Abbildung 22 dargestellt. Es ist ein leichter Anstieg in der Lebenserwartung bis zu einem Alter von 5-9 Jahren festzustellen, danach fällt die Kurve bis zu dem Höchstalter „60+ Jahre“ ab. Auch die Kurve für die Lebenserwartung zeigt einen typischen Verlauf: Wie schon erläutert, stellt das Säuglings- und Kleinkindalter die kritischste Phase dar (Daim, 1987; Grupe et al., 2005; Hühne-Osterloh, 1997), weshalb war hier die Lebenserwartung geringer ist als in der Altersklasse „5 bis 9 Jahre“.



**Abb. 22:** Lebenserwartung in den verschiedenen Altersklassen der Bevölkerung von Unterigling

Bocquet-Appel & Masset (1977) geben eine Formel an, welche die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt schätzt:

$$\hat{e}_0^0 = 78,721 \times \log_{10} \sqrt{\frac{D_{20-\omega}}{D_{5-14}}} - 3,384 \pm 1,503$$

$$\hat{e}_0^0 = 22,72 \pm 1,503$$

Die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt betrug demzufolge schätzungsweise 23 Jahre. Die direkt aus der Sterbetafel berechnete Lebenserwartung  $e_0^0$  lag bei 28 Jahren. Aufgrund des vorhandenen Kleinkinderdefizits wurde eine neue Sterbetafel für Unterigling berechnet, welche die fehlenden Kleinkinder (n=139) mitberücksichtigt. Die neue Sterbetafel ist im Anhang aufgeführt (Tabelle A1). Nach Berücksichtigung des Kleinkinderdefizits beträgt die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt 24 Jahre und liegt damit sehr nahe am geschätzten Wert. Der Unterschied zwischen der geschätzten und der beobachteten Lebenserwartung ist demnach auf das vorhandene Kleinkinderdefizit zurückzuführen. Je höher der Anteil der Säuglinge und Kleinkinder innerhalb einer Bevölkerung, desto geringer ist die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt.

#### Maskulinitätsindex

$$MI : \frac{\text{Männer} \times 100}{\text{Frauen}} = \frac{96 \times 100}{85} = 112,94$$

Ein Maskulinitätsindex von 113 bedeutet, dass es in der Bevölkerung von Unterigling einen Männerüberschuss gab.

#### Abhängigkeitsindex

$$AI : \frac{\% \sum (0-14) + \% \sum (60-\omega)}{\% \sum (15-59)} = \frac{38,7\%}{61,3\%} = 0,63$$

Der Abhängigkeitsindex für die Bevölkerung von Unterigling betrug 0,63. Dies bedeutet, dass etwa drei Erwachsene für zwei Kinder/alte Menschen sorgen mussten.

#### Schätzung der Populationsgröße

nach Acsádi & Nemeskéri (1970):

$$P = 1,1 \frac{\sum D_x \times e_0^0}{T} = 1,1 \frac{283 \times 28,28}{60} = 146,73$$

Ausgehend von einem - freilich relativ eng geschätzten - Belegungszeitraum von rund 60 Jahren, lebten in der Siedlung von Unterigling 147 Personen zur selben Zeit. Dies entspricht einer verhältnismäßig großen Siedlung, so dass eine ausreichende Versorgung der Individuen möglicherweise nicht immer gewährleistet war (vgl. Kap. 4.1.4). Dies ist auch anhand der Wachstumsrate ersichtlich, welche eine Abnahme der Bevölkerung erkennen lässt. Dies unterstützt die Hypothese für einen Handelsplatz.

### **Mortalitätsrate**

nach Bocquet-Appel & Masset (1977):

$$m = 0,127 \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} + 0,016 \pm 0,002$$

$$m = 0,044 \pm 0,002$$

Die Mortalitätsrate lag bei 4,4% (4,4 Todesfälle pro Jahr auf 100 Individuen).

### **Wachstumsrate**

nach Bocquet-Appel & Masset (1977):

$$t = 1,484 \left[ \log_{10} \left( 200 \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} \frac{D_{60-\omega}}{D_{20-\omega}} \right) \right]^{0,03} - 1,485 \pm 0,006$$

$$t = -0,024 \pm 0,006$$

Hiernach ist eine Abnahme der Bevölkerung von Unterigling zu verzeichnen - was im Extremfall aus der Siedlung eine Wüstung werden lässt. Aufgrund der harten Lebensbedingungen auf dem Land und der schlechten Versorgungslage zogen allgemein im Laufe des Mittelalters immer mehr Menschen in die Städte.

Die demographischen Untersuchungen ergaben also, dass es sich bei der Friedhofspopulation von Unterigling, trotz eines erheblichen Kleinkinderdefizits, um einen repräsentativen Bevölkerungsausschnitt handelte.

## **4.1.2 Morphologischer Befund**

Der morphologische Befund umfasste neben Sterbealters- und Geschlechtsbestimmung auch die Berechnung der Körperhöhe, verschiedener Indizes und die Bestimmung des Arthrosegrades der Gelenke sowie weiterer Pathologien und Descriptiva.

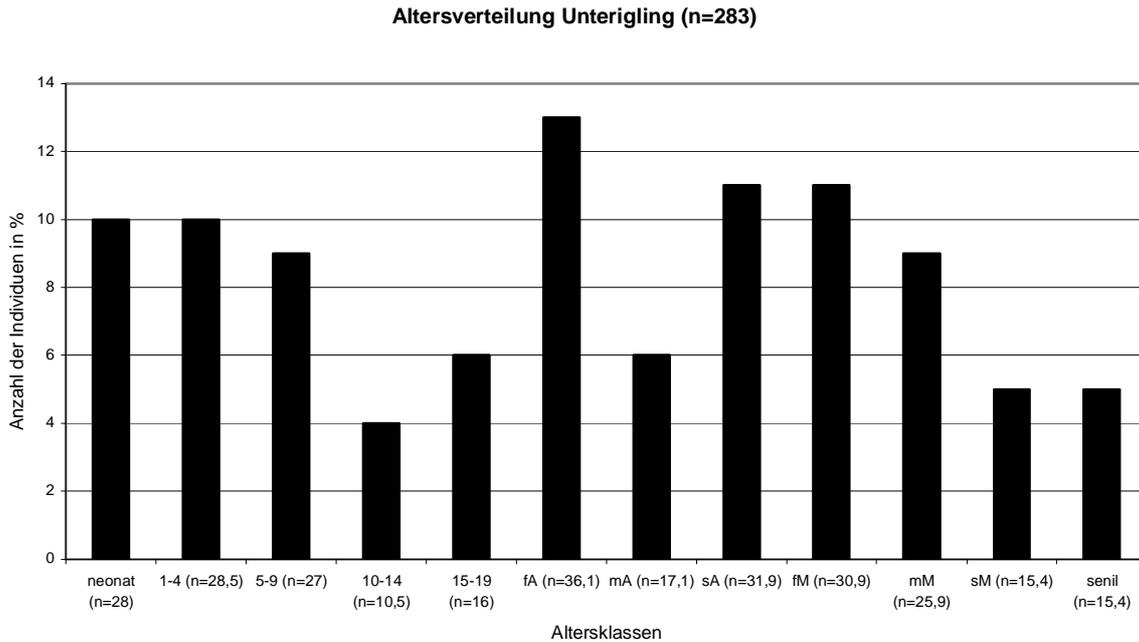
Die Rohdaten der morphologischen Alters- und Geschlechtsbestimmung sind im Anhang (Tabelle A2) aufgeführt.

Individuen, welche aufgrund des morphologischen Befundes zu zwei (oder mehreren) Altersklassen gehören konnten, wurden anteilig auf diese verteilt. Daraus ergeben sich die Zahlen mit Nachkommastellen.

#### **4.1.2.1 Altersverteilung**

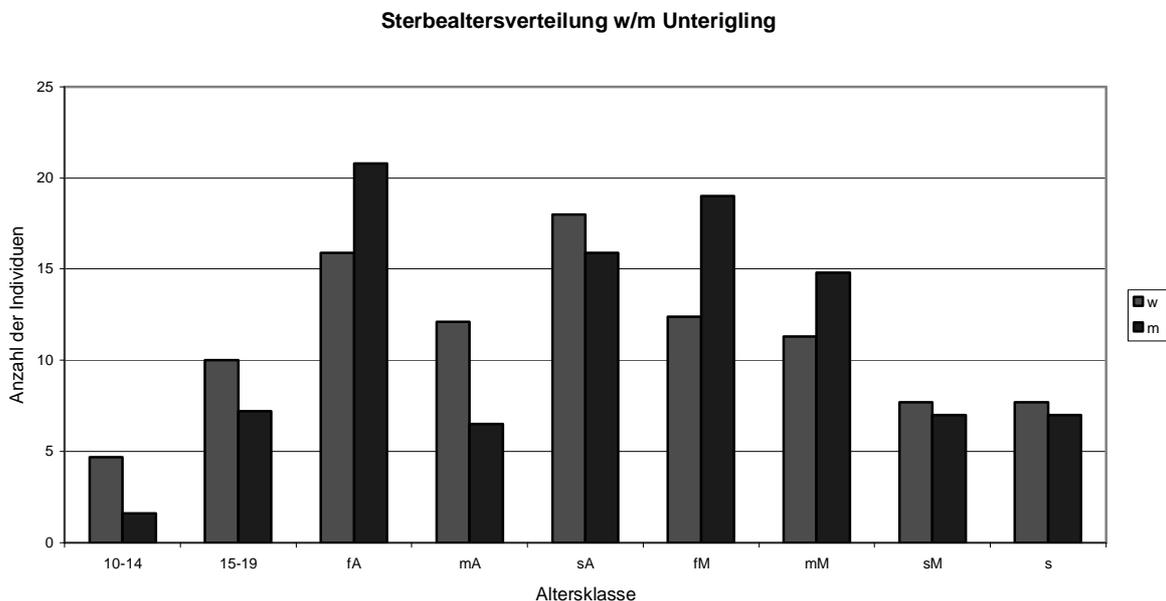
Die Altersverteilung der Unteriglinger Bevölkerung entspricht der einer organisch gewachsenen historischen Bevölkerung mit einem hohen Anteil an Säuglingen und Kleinkindern und einem Sterbegipfel in der adulten/maturen Altersklasse (Abb. 23). Der Sterbegipfel der männlichen Individuen ist dabei zeitlich hinter jenen der weiblichen verschoben (Abb. 24) (Grupe et al., 2005). Die hohe Sterblichkeit der Säuglinge und Kleinkinder von 1-4 Jahren erfüllt die über das frühe Mittelalter publizierten Vorstellungen (Daim, 1987; Schafberg, 1995). Nur jedes dritte Neugeborene hatte die Chance, das erste Lebensjahr zu überleben (Grupe et al., 2005). Eine schwierige Phase im Leben eines Kleinkindes stellt vor allem der Abstillzeitpunkt dar (Hühne-Osterloh, 1997). Die hohe Sterblichkeit dieser Altersgruppe ist durch Infektions- oder auch Mangelkrankungen zu erklären. Letztere manifestieren sich teilweise am Skelett (z.B. Rachitis, porotische Hyperostosen) und konnten auch bei Kindern aus Unterigling diagnostiziert werden (vgl. Kap. 4.1.2.4). Freilich können auch Neugeborene von Mangelkrankungen betroffen sein, selbst wenn sie gestillt wurden. Das Alter zwischen 10 und 19 Jahren birgt das geringste Sterberisiko. Erstaunlich ist der frühe Sterbegipfel bereits in der früh-adulten Altersklasse. Dies ist möglicherweise auf allgemein schlechte Lebensbedingungen der Unteriglinger Bevölkerung zurückzuführen (vgl. Kap. 4.1.2.4), welche am Skelett häufige Anzeichen von Mangelkrankungen aufwiesen. Für die weiblichen Individuen hält das reproduktionsfähige Alter insgesamt ein erhöhtes Sterberisiko bereit (Acsádi & Nemeskéri, 1957; Brunner, 1972; Daim, 1987). Creel (1966) geht davon aus, dass die hohe Sterblichkeit der früh-adulten Frauen auf die schlechten hygienischen Bedingungen zurückzuführen sind, welche zu einem erhöhten Sterberisiko bei der Geburt führen. Stloukal (1969 in Schultz, 1978) hingegen sieht die soziale Geringschätzung der Frauen in der damaligen Gesellschaftsstruktur als eigentliche Ursache für die hohe Frauensterblichkeit. Letztlich werden wohl beide Aspekte eine Rolle spielen.

Ein weiteres Problem konnte ggf. ihr - verglichen mit Männern - erhöhter Eisenbedarf darstellen (durch Schwangerschaften und menstruationsbedingten regelmäßigen Blutverlust), was bei kritischer Versorgungslage in Eisenmangelanämien resultieren konnte. Am Skelett manifestieren sich diese ggf. im Form von Cribra orbitalia, welche einen unspezifischen Hinweis auf Anämien darstellen. Diese begünstigen ihrerseits Infektionen, welche im Extremfall tödlich ausgehen können.



**Abb. 23:** Morphologische Altersverteilung der Bevölkerung von Unterigling

Die spät-mature und die senile Altersklasse wurde nur noch von einem geringen Anteil der Unteriglinger Individuen erreicht.



**Abb. 24:** Vergleich des Sterbealters der weiblichen (n=85) und männlichen (n=96) Individuen aus Unterigling

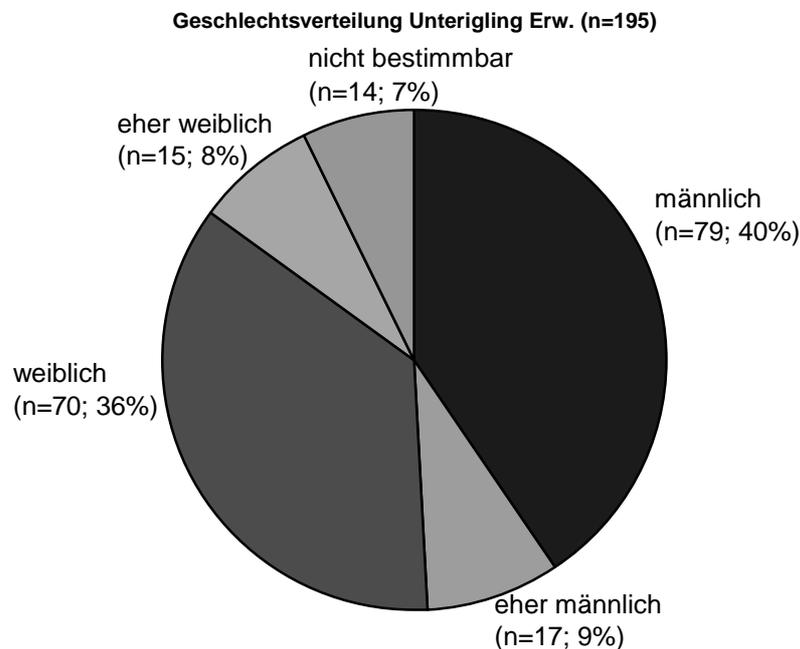
Innerhalb der Separatgrablege (n=9) stellte sich die Altersverteilung folgendermaßen dar:

Die früh-adulte Altersklasse wurde von 3 Individuen, die spät-adulte, früh-, mittel- und spät-mature Altersklasse von jeweils einem Individuum erreicht. Ein Individuum wurde als „adult“ bestimmt. Bei einem Individuum handelte es sich um ein 4-jähriges Mädchen.

Die Individuen aus der Separatgrablege wurden also entgegen den Erwartungen nicht älter, als jene auf dem Hauptfriedhof. Dies könnte als Hinweis auf allgemein eher schlechte Lebensbedingungen in Unterigling verstanden werden, welche sogar die höher gestellte Schicht betrafen.

#### 4.1.2.2 Geschlechtsverteilung

Im Fundgut befanden sich 79 sicher männliche und 70 sicher weibliche Individuen. 17 Individuen wurden als „eher männlich“, 15 als „eher weiblich“ bestimmt. 14 Individuen konnten aufgrund des schlechten Erhaltungsgrades der Skelette nicht geschlechtsbestimmt werden (Abb. 25).



**Abb. 25:** Geschlechtsverteilung der erwachsenen ( $\geq$  juv.) Individuen aus Unterigling

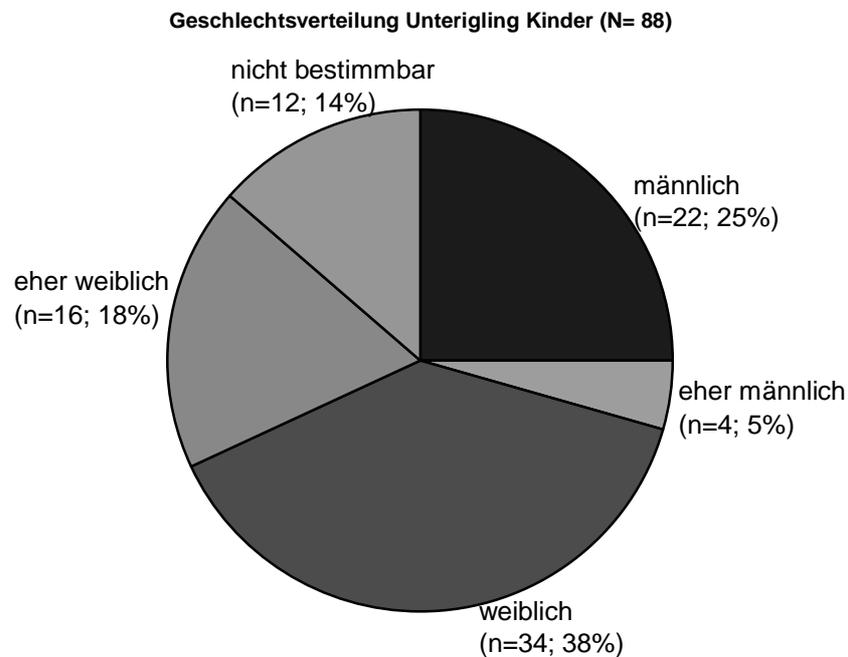
96 männliche Individuen standen also 85 weiblichen gegenüber, was einem leichten Männerüberschuss entspricht.

In der Separatgrablege wurden 3 „männliche“ und 2 „weibliche“ erwachsene Individuen bestattet. Ein Individuum wurde jeweils als „eher männlich“ bzw. „eher weiblich“ bestimmt. Bei einem Individuum konnte das Geschlecht nicht bestimmt werden. Das Geschlechterverhältnis in der Separatgrablege war demnach ausgeglichen.

Kinder:

Für die 88 Kinderskelette (neonat bis 12 Jahre) ergab sich folgende Geschlechtsverteilung:

22 (25%) der als „kindlich“ bestimmten Skelette, wurden als sicher „männlich“, 34 (38%) als sicher „weiblich“ bestimmt. 4 (5%) waren „eher männlich“ und 16 (18%) „eher weiblich“. Bei 12 (14%) Kinderskeletten konnte das Geschlecht nicht bestimmt werden (Abb. 26).



**Abb. 26:** Geschlechtsverteilung der Kinder (neonat bis 12 Jahre) des Gräberfeldes von Unterigling

Es verstarben also fast doppelt so viele Mädchen wie Jungen.

Diese hohe Anzahl der Mädchen unter den Bestatteten hat wohl einen soziobiologischen Hintergrund. In der patriarchalischen Gesellschaftsform des frühen Mittelalters erfuhren männliche Nachkommen aufgrund ihrer größeren Arbeitskraft eine höhere Wertschätzung als weibliche (Schutkowski, 1991). Deshalb wurden die Mädchen aktiv oder passiv vernachlässigt (Hotz, 2004), was zu einer erhöhten Anzahl weiblicher Kinderskelette auf dem Friedhof führt.

Ausgehend von dem heutigen Geschlechterverhältnis von 106 Knaben- zu 100 Mädchengeburten, müsste man auch für ein mittelalterliches Gräberfeld unter den Kleinkindern einen geringen Überschuss an Knaben postulieren. Ist das Geschlechterverhältnis aber ausgewogen oder sogar, wie hier, deutlich zugunsten der Mädchen verschoben, ist dies ein Indiz für die vielfach postulierte Mädchenvernachlässigung bzw. -tötung (Herrmann & Grupe, 1986).

Dennoch zeigte der archäologische Grabungsplan (Abb. 5; Seite 27), dass auch die Mädchen um die Kirche herum bestattet wurden. Es handelte sich hier evtl. schon um die Sitte der „Traufbestattungen“ oder „Traufkinder“, welche generell erst im späten Mittelalter verbreitet war. Man ging davon aus, dass die - noch ungetauft - gestorbenen Kinder durch das Regenwasser, welches von der Dachtraufe der Kirche herabtropfte, nachträglich getauft wurden (Handwörterbuch des deutschen Aberglaubens, 1987).

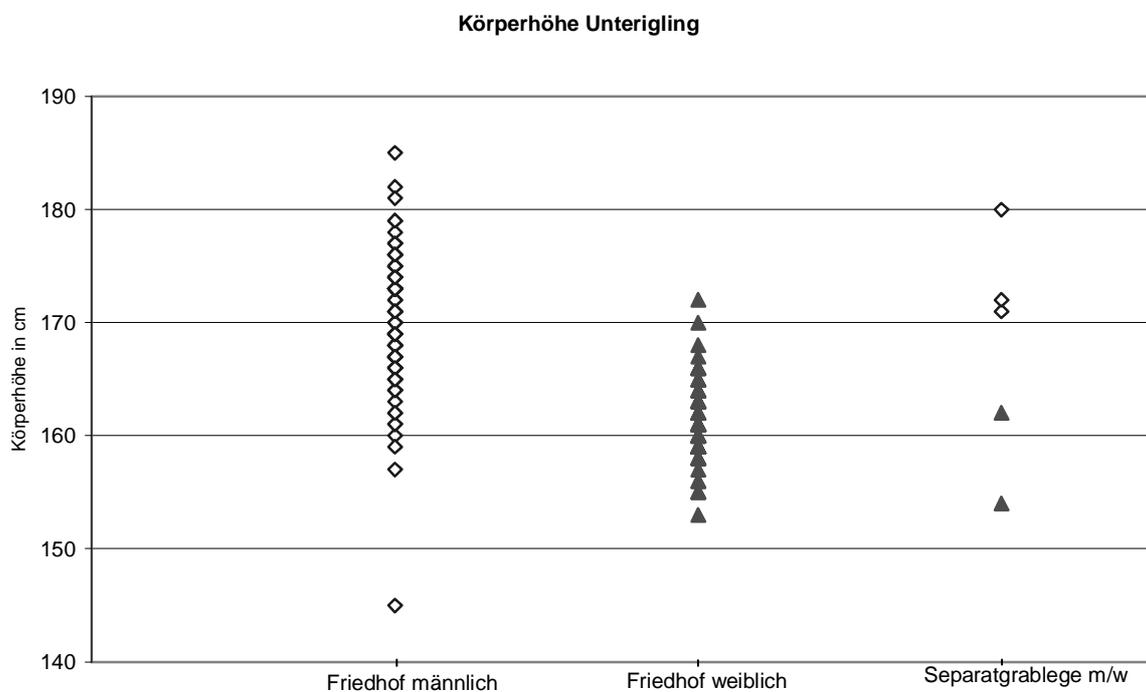
Auch eine besondere Fundsituation auf dem Unteriglinger Gräberfeld, spricht für den Respekt, welcher toten Kindern entgegengebracht wurde: Eine - vermutlich weibliche - Frühgeburt aus der 26. Schwangerschaftswoche, welche in einem eigenen Grab bestattet wurde, welches nördlich der Kirche lag. Zumindest in einigen Familien wurden also auch Mädchen geachtet.

#### 4.1.2.3 Körperhöhe

Die Körperhöhe konnte von insgesamt 86 (90%) männlichen und 70 (82%) weiblichen Individuen berechnet werden. Die Berechnung der Körperhöhe nach Bach (1965) für weibliche bzw. Breitinger (1937) für männliche erwachsene Individuen ergab, dass die Männer im Durchschnitt  $170 \pm 6,0\text{cm}$  groß waren (Maximum 185cm, Minimum 145cm), die Frauen (Maximum 172cm, Minimum 153cm).

Von drei männlichen und zwei weiblichen Individuen der Separatgrablege konnte ebenfalls die Körperhöhe berechnet werden. Die männlichen Individuen waren durchschnittlich  $174 \pm 4,0\text{cm}$ , die weiblichen  $158 \pm 4,0\text{cm}$ .

Aus Abb. 27 ist ersichtlich, dass die beiden weiblichen Individuen aus der Separatgrablege eher kleiner, die männlichen Individuen durchschnittlich größer als jene auf dem Hauptbestattungsort waren.



**Abb. 27:** Vergleich der Körperhöhen der männlichen und weiblichen Individuen des Hauptfriedhofs sowie der separat bestatteten Individuen Unteriglings

#### **4.1.2.4 Aktivitätsmuster**

Aktivitätsmuster können auf ständig wiederkehrende Bewegungsabläufe, welche beispielsweise beruflicher Natur sind, hinweisen.

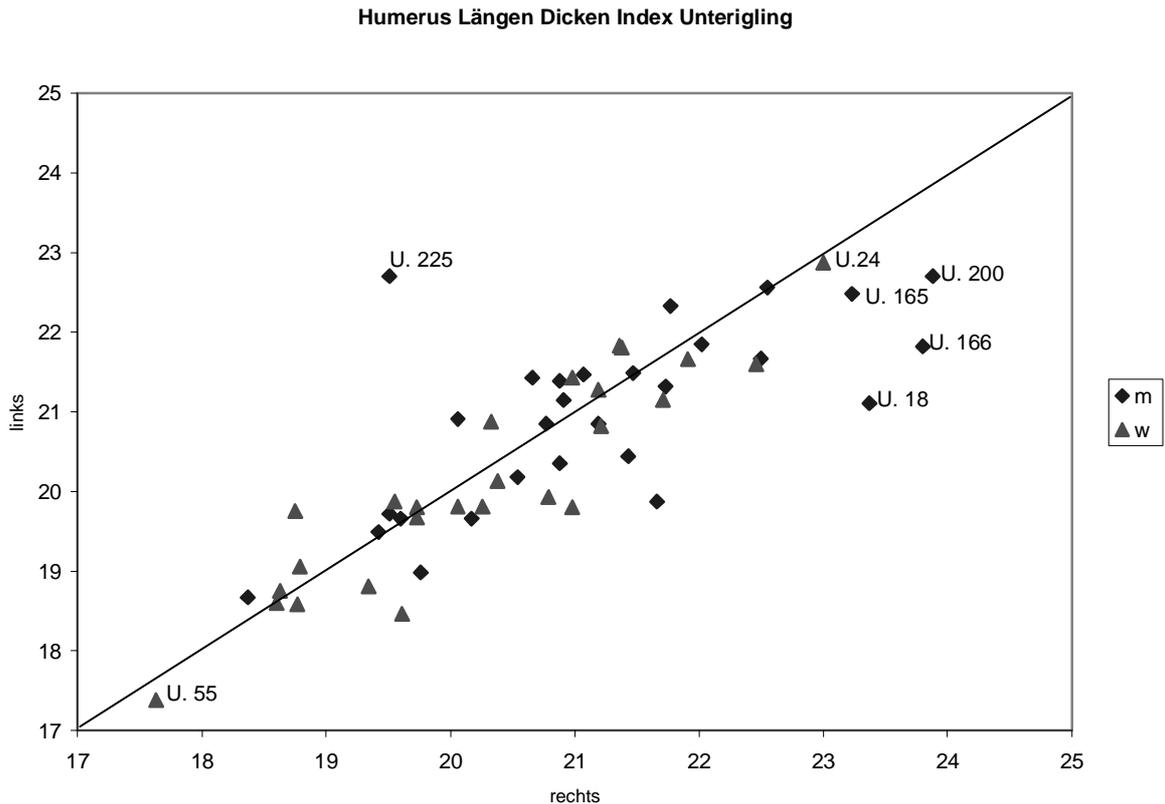
Sie spiegeln sich zum einen in bestimmten Indizes (vorliegend wurden der Humerus Längen-Dicken-Index, Femur Robustizitäts-Index und Femur Index-platymericus betrachtet), aber auch in degenerativen Erkrankungen an den Wirbeln und Gelenken, sowie in charakteristischen Pathologien und weiteren Auffälligkeiten am Skelett, wie beispielsweise verstärkten Muskelmarken, wider.

#### **Indizes**

Die Indizes lassen ggf. auf eine Seitenbevorzugung der untersuchten Individuen schließen, weshalb nur solche Individuen in die Auswertung einbezogen wurden, bei welchen beide Humeri bzw. Femora vermessen werden konnten.

#### **Humerus Längen-Dicken-Index**

Der Humerus Längen-Dicken-Index gibt Auskunft über die Händigkeit. Es besteht eine enge Korrelation zwischen der Rechts-Links-Asymmetrie und der Rechts-Links-Händigkeit (Brunner, 1972). Insgesamt standen von 28 (14%) männlichen und 26 (13%) weiblichen Individuen jeweils beide Humeri zur Verfügung (Abb. 28). Bei 2 Individuen aus der Separatgrablege konnten ebenfalls beide Humeri vermessen werden. Da es sich insgesamt nur um eine geringe Stichprobe handelt, sind die Ergebnisse nur bedingt repräsentativ, dennoch kann auf die Aktivitätsmuster zumindest eines Teils der Bevölkerung geschlossen werden.



**Abb. 28:** Vergleich der Indexwerte des rechten und linken Humerus Längen-Dicken-Index männlicher und weiblicher Individuen der Bevölkerung von Unterigling

Ein beträchtlicher Anteil der Unteriglinger (~ 40%) - sowohl Männer als auch Frauen - bevorzugten offensichtlich den linken Humerus. Man sollte annehmen, dass wie auch in der heutigen Gesellschaft auch im Mittelalter „Rechtshänder“ deutlich häufiger vertreten waren als „Linkshänder“ (Linkshänder machen nur etwa 5% der Bevölkerung aus; Brockhaus, 1997). Bei Linkshändern dominiert die rechte Hirnhälfte bei der Ausführung komplizierter, erlernter Bewegungen. Laut Birbaumer & Schmidt (1991) gibt es zwei Gruppen von Linkshändigkeit: eine (häufigere) mit starker genetischer Komponente sowie eine zweite, bei der die Linkshändigkeit Konsequenz prä- oder postnataler Schädigung der linken Hirnhälfte mit nachfolgendem „Ausweichen“ auf die rechte Hemisphäre ist. Die Bevölkerung von Unterigling bildet mit ihrer vergleichsweise häufigen Bevorzugung des linken Humerus eine Ausnahme. Offensichtlich wurden manche tagtäglichen („beruflichen“) Bewegungsabläufe/Haltarbeit etc. bevorzugt mit dem linken Arm durchgeführt. Auch für das Gräberfeld von Sontheim wurden diese Beobachtungen gemacht (Creel, 1966).

Wie bei den meisten untersuchten mittelalterlichen Skelettserien waren die Indexwerte der männlichen Individuen höher als jene der weiblichen. Verglichen mit anderen mittelalterlichen Gräberfeldern (Bay-Schuller, 1976; Brunner, 1972) wiesen die Individuen von Unterigling insgesamt höhere Indexwerte auf, was auf vergleichsweise hohen Muskeleinsatz der Oberarme schließen lässt.

Besonders hohe Indexwerte wurden von vier männlichen und einem weiblichen Individuum erreicht.

Bei Individuum „U. 24“ handelte es sich um eine Frau aus der früh-maturen Altersklasse, welche beide Arme überdurchschnittlich belastete.

Bei den Individuen „U. 18“, „U. 165“, „U. 166“ und „U. 200“ (männlich, adult bzw. matur) waren die höchsten Indexwerte, und zwar insbesondere rechts, zu beobachten. Bis auf „U. 165“ wiesen sie zusätzlich verstärkte Muskelansatzstellen an beiden Humeri auf. Individuum „U. 165“ wurde als früh-adult bestimmt, was die geringe Ausprägung der Muskelansatzstellen erklären könnte. Es könnte sich bei den vier Individuen um Angehörige einer bestimmten Berufsgruppe handeln, wie beispielsweise Schmiede, Holzfäller oder Metzger (Reith, 1990), deren Hauptbelastung im Bereich der Arme liegt. Zumindest die Individuen „U. 165“, „U. 166“ und „U. 200“ waren auch in räumlicher Nähe bestattet, was auf eine gewisse „Zusammengehörigkeit“ schließen lässt.

Ein früh-adulter Mann aus der Separatgrablege von Unterigling („U. 225“), wies besonders hohe Indexwerte des linken Humerus auf, während der rechte nur mäßig beansprucht war. Geht man von seiner privilegierten Stellung aus, erklärt sich die auffallende Robustizität möglicherweise mit „Übungen im Waffengebrauch“ (Bogenschießen, Schwertkampf), hier freilich durch einen ausgeprägten Linkshänder.

Individuum „U. 55“, eine Frau im Alter von 17-20 Jahren, wies die geringsten Indexwerte auf.

Frauen mussten zwar in der mittelalterlichen Gesellschaft nicht grundsätzlich Schwerstarbeit leisten, dennoch waren die an sie gestellten Aufgaben aufgrund des geringen technischen Fortschritts oft mit harter körperlicher Arbeit verbunden (Ennen, 1986). Hierzu zählten vor allem die Arbeiten in Haus und Hof, wie z.B. das Mahlen von Mehl (Bergner, 1992). Auch das Schneiden und Bündeln von Getreide (Bergner, 1992) gehörte zum Aufgabenbereich der Frauen, wie Wäsche waschen, backen, weben und spinnen (Vogt-Lüerssen, 2001).

Da für die Unteriglinger keine Hintergrundinformationen zum Arbeitsumfeld vorliegen, besteht nicht die Möglichkeit, die Individuen mit besonders hohen Indexwerten einer konkreten Berufsgruppe zuzuordnen.

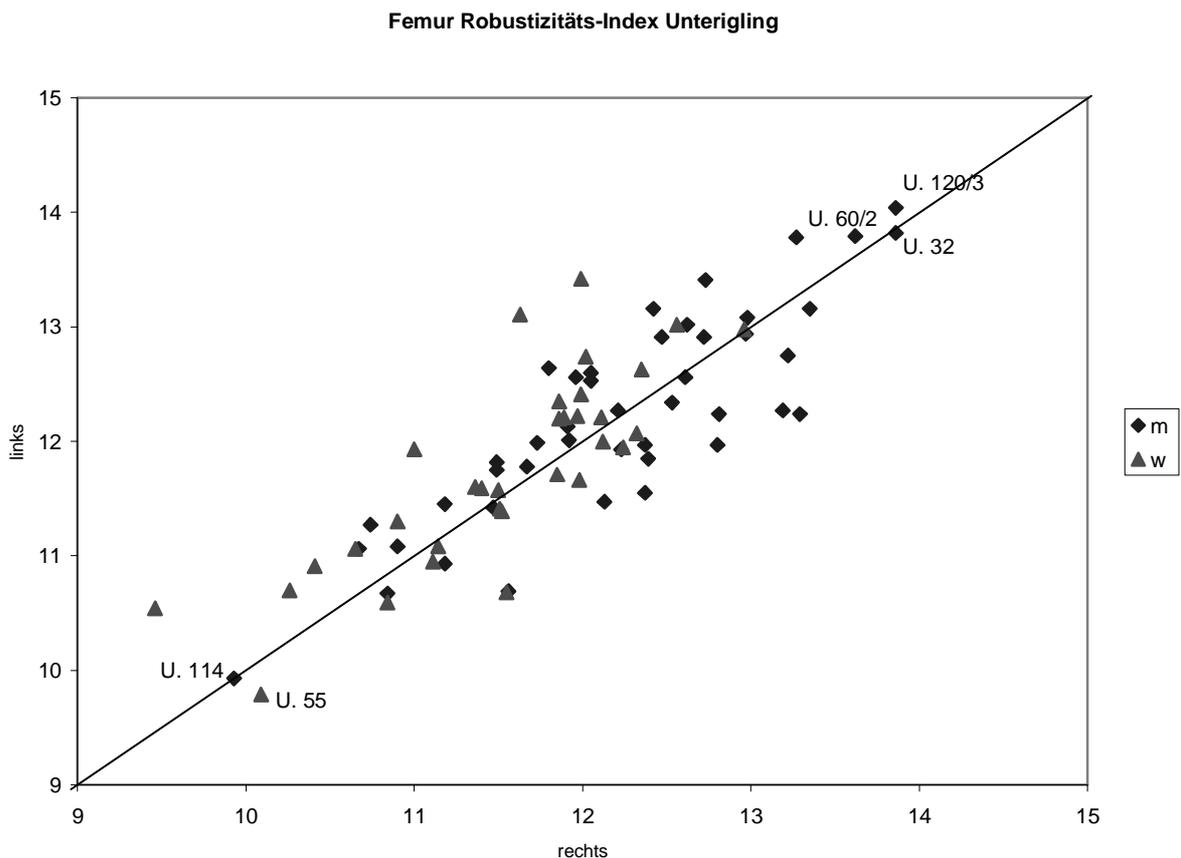
Grundsätzlich ist sicher vor allem an körperlichen Einsatz im Rahmen landwirtschaftlicher Tätigkeiten zu denken: das Bestellen der Felder, welches Pflügen, Säen, Mähen, Dreschen, Einfuhr der Ernte etc. beinhaltet, anschließend Mahlen des Getreides; ferner Viehhüten, Zäune errichten, Besorgen von Bau- und Brennholz und vieles mehr (Vogt-Lüerssen, 2001).

Da die hohen Indexwerte nur von einem Teil der Individuen erreicht wurden, wird von einer gewissen Arbeitsteilung innerhalb der Bevölkerung ausgegangen.

### **Femur Robustizitäts-Index**

Des Weiteren wurde überprüft, ob eine Bevorzugung einer Körperhälfte auch im Bereich der Femora zu erkennen ist. In die Auswertung wurden Femora von 44 (22%) männlichen und 33 (16%) weiblichen Individuen einbezogen. Eine relative Bevorzugung der linken Körperhälfte bestätigte sich

(Abb. 29): Viele Individuen wiesen vergleichsweise höhere Werte der linken Femora auf. Dies steht wiederum im Gegensatz zu anderen Reihengräberpopulationen, welche höhere Indexwerte der rechten Körperseite zeigten (Daim, 1987). Im Vergleich zu besagten anderen Reihengräberpopulationen (z.B. Leobersdorf, Zwölfaxing, München-Allach, München-Giesing, Berring/Basel) wiesen männliche wie weibliche Individuen aus Unterirgling durchschnittlich geringere Werte des Femur Robustizitäts-Index auf (Bay-Schuller, 1976; Daim, 1987; Kramp, 1939), was darauf hindeutet, dass die Unterirglinger Bevölkerung die Femora bzw. ihre Oberschenkelmuskulatur tendenziell weniger stark belastete.



**Abb. 29:** Vergleich der Indexwerte des rechten und des linken Femur Robustizitäts-Index männlicher und weiblicher Individuen der Bevölkerung von Unterirgling.

Dennoch gab es auch unter den Unterirglern einige männliche Individuen, welche relativ hohe Indexwerte (ohne auffälligen Rechts-Links-Unterschied) aufwiesen (Abb. 29). Tätigkeiten, welche zu stärkerer Belastung der Femora führen, wären beispielsweise das Treten eines Blasebalgs in einer Schmiede, das Betätigen eines Spinnrades oder einer Töpferscheibe oder auch häufiges Bergauf- bzw. Bergab gehen verbunden mit dem Tragen schwerer Lasten.

Die höchsten Werte des Femur Robustizitäts-Index wurden von den Individuen „U. 32“ (früh-matur), „U. 60/2“ (mittel-matur) und „U. 120/3“ (adult) erreicht. Interessant war dabei Individuum „U. 32“: Der Mann wies eine Verkümmerng des proximalen Endes des rechten Humerus (Abb. 33, Seite 91; Abb. 33a, Seite 92) auf, so dass der rechte Oberarm und Schulterbereich nicht benutzt/belastet werden

konnten. Er übte aber anscheinend eine Tätigkeit aus, welche eine hohe Belastung der Femora mit sich brachte.

Die geringsten Indexwerte wurden von zwei spät-juvenilen Individuen (Femurepiphyse bereits angeschlossen) erreicht. Individuum „U. 55“ hatte bereits den geringsten Wert des Humerus Längen-Dicken-Index gezeigt.

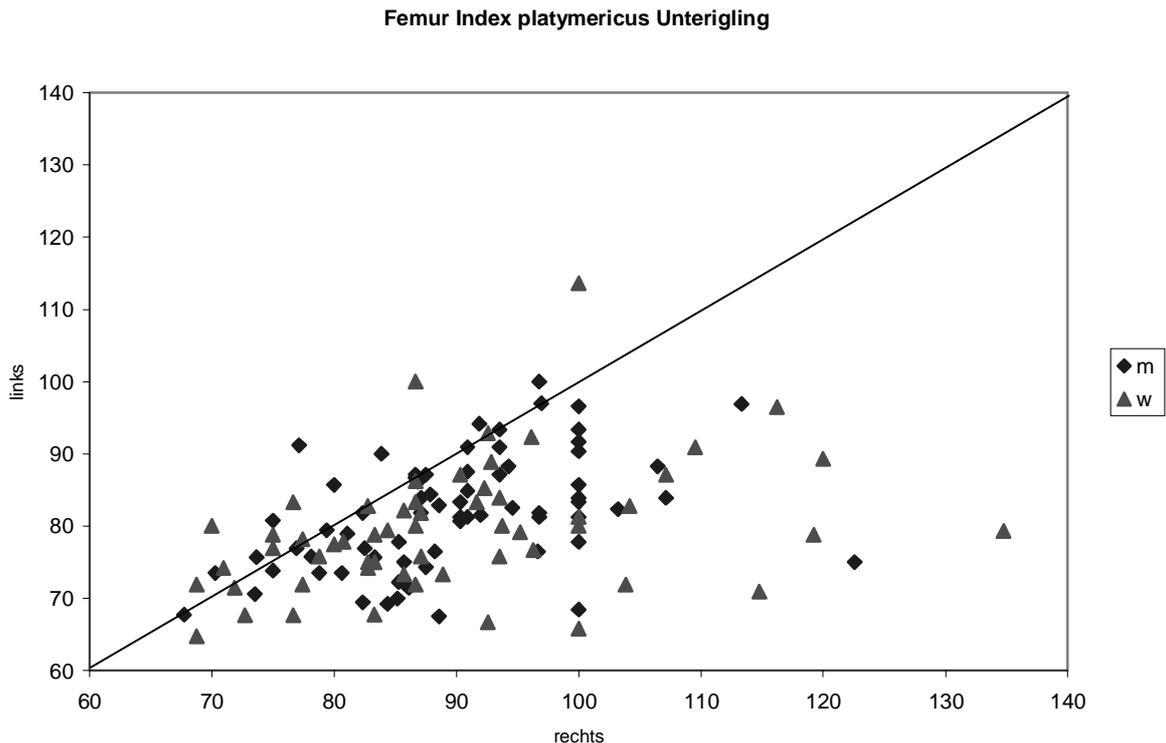
Es handelt sich um eine zwar relativ große, dabei aber grazil gebaute Frau, welche in ihrem Leben offensichtlich keine so schweren körperlichen Tätigkeiten hatte verrichten müssen.

Auffallende Femur-Robustizität, wie sie bei manchen Unteriglingern zu beobachten war, deutet auf Arbeiten im Gehen oder Stehen hin, sowie das gleichzeitige Heben oder Tragen schwerer Lasten (Schmidt, 1982). Möglicherweise wurde das linke Bein auch verstärkt zum „Abstützen“ verwendet, was zwanglos im Rahmen landwirtschaftlicher Tätigkeiten gesehen werden kann; im hügeligen Alpenvorland musste ggf. „am Hang“ gearbeitet werden.

### **Femur Index platymericus**

Ein weiterer Index, welcher Rückschlüsse auf die Belastung der Femora, insbesondere im Zusammenhang mit Mobilität, zulässt, ist der Femur Index platymericus. Er stellt einen so genannten „Flachheitsindex“ dar: Je mehr ein Muskel beansprucht wird, desto mehr vergrößert er sich und seine Angriffsfläche. Je niedriger das Verhältnis von sagittalem zu transversalem Femurdurchmesser ist, desto stärker wurde das Bein belastet.

Die Stichprobe bestand aus 71 (35%) männlichen und 58 (29%) weiblichen Individuen (Abb. 30).



**Abb. 30:** Vergleich der Indexwerte des rechten und linken Femur Index platymericus männlicher und weiblicher Individuen Unteriglings

Aus Abbildung 30 ist ersichtlich, dass viele Individuen, männliche wie weibliche, niedrigere Werte des Index platymericus (Platymerie) aufwiesen. Teilweise zeigten die Femora sogar einen querovalen Durchmesser (Indexwerten unter 75). Auch bei anderen mittelalterlichen Bevölkerungen (Claassen, 1989; Daim, 1987; Kramp, 1939) wurden platymere und sogar hyperplatymere Indexwerte festgestellt, was auf entsprechend ausgeprägte Belastung der Beine /Oberschenkelmuskulatur hinweist.

Bei den Unteriglinger Individuen war auffällig, dass die linken Indexwerte vergleichsweise öfter im hyperplatymeren (< 75) bzw. platymeren (75-84,9) Bereich und deutlich seltener im stenomeren (>100) Bereich lagen, als die rechten.

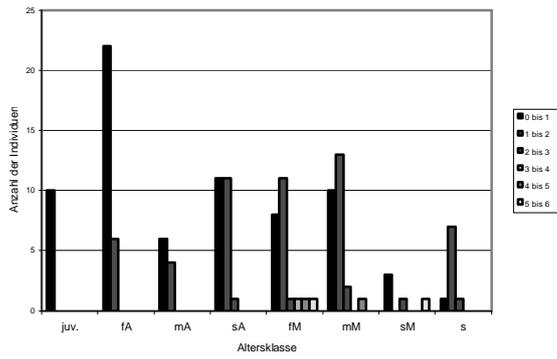
Grundsätzlich lässt sich für Unterigling von einer Arbeitsteilung ausgehen - nicht nur zwischen Männern und Frauen, sondern auch innerhalb der Geschlechter. Einige männliche Individuen zeigten deutlich erhöhte Robustizität, evtl. infolge „berufsbedingter“ ungewöhnlich hoher, dabei spezifischer körperlicher Belastung (z.B. Knochenhauer, Schmiede)

Ein zweiter, durchaus ungewöhnlicher, Befund war die offensichtliche Linkshändig- und vor allem „Linksfüssigkeit“ vieler Unteriglinger.

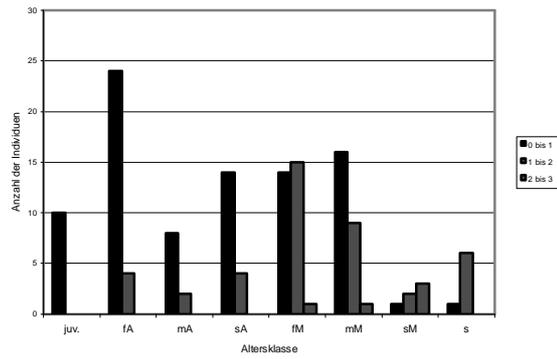
### **Degenerative Erkrankungen der Gelenke**

Wichtig für die Erschließung der Aktivitätsmuster ist die Verteilung degenerativer Veränderungen der großen Gelenke und Wirbelsäule. Die Häufigkeit von primären degenerativen Veränderungen nimmt im Allgemeinen mit dem Alter der Individuen zu. Treten derartige Veränderungen schon in jungem Alter auf, muss von einer starken Arbeitsbelastung ausgegangen werden (Schmorl & Junghans, 1968). Zur besseren Übersicht sind alle untersuchten Gelenkregionen auf einer Seite dargestellt. Die unterschiedlichen Ausprägungsgrade der degenerativen Gelenkerkrankungen sind farbig gekennzeichnet. Der Status der Gelenke, erhoben nach Schultz (1988), ist für männliche und weibliche Individuen getrennt aufgetragen (Abb. 31; Abb. 32).

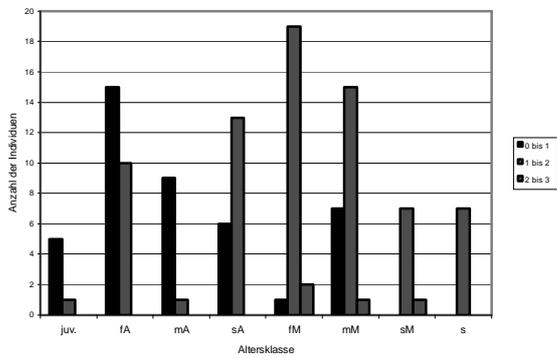
Gelenkstatus der Schultergelenke Unterigling Männer (n=134)



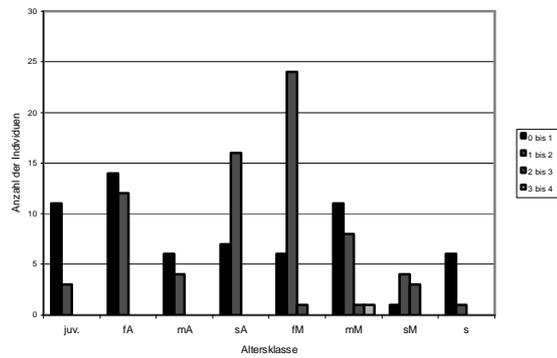
Gelenkstatus der Ellenbogengelenke Unterigling Männer (n=136)



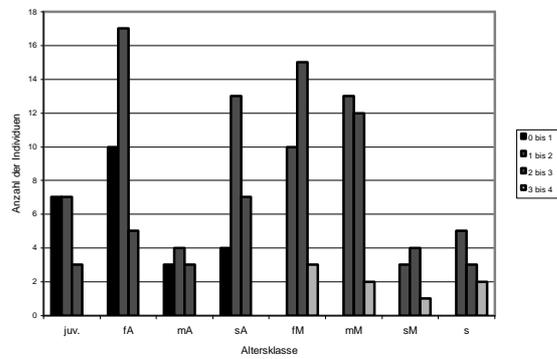
Gelenkstatus der proximalen Handgelenke Unterigling Männer (n=120)



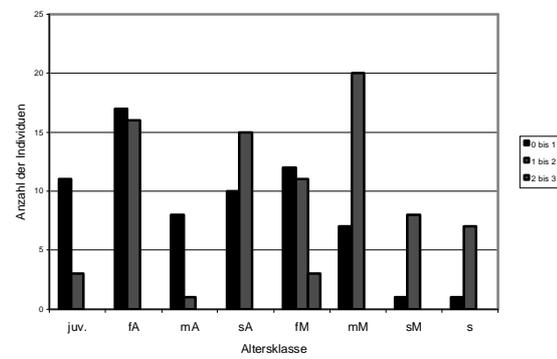
Gelenkstatus der Radioulnargelenke Unterigling Männer (n=140)



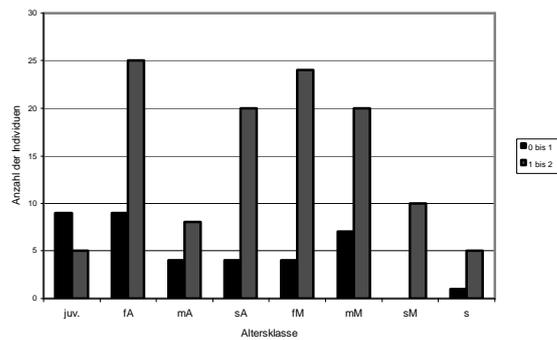
Gelenkstatus der Hüftgelenke Unterigling Männer (n=156)



Gelenkstatus der Kniegelenke Unterigling Männer (n=151)



Gelenkstatus der proximalen Sprunggelenke Unterigling Männer (n=155)



Gelenkstatus der distalen Sprunggelenke Unterigling Männer (n=147)

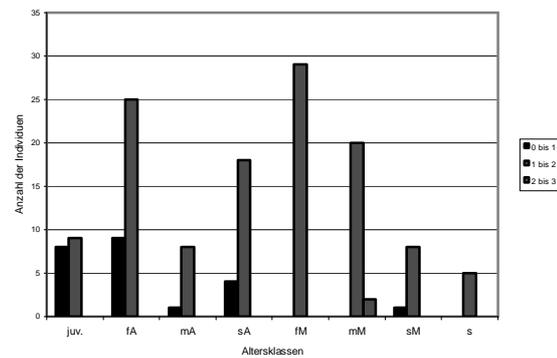


Abb. 31: Gelenkstatus der untersuchten Gelenkregionen der männlichen Individuen von Unterigling

Auffällig bei den männlichen Individuen sind die außergewöhnlich starken Verschleißerscheinungen der Schultergelenke bei einigen Individuen (8% aller untersuchten männlichen Schultergelenke), ab der spät-adulten Altersklasse (Abb. 31). Hochgradiger Verschleiß bereits bei Individuen der adulten Altersklasse lässt vermuten, dass es sich hier um belastungsbedingte Veränderungen handelte. „Normale“ altersbedingte Veränderungen hätten noch keine derartig hohen Ausprägungsgrade erreicht. Einige männliche Individuen zeigten also starke Aktivität und somit Gelenkbelastung im Bereich der Arme und der Schultern. Degenerative Erkrankungen der Schultergelenke sind z.B. auf das Heben und Tragen schwerer Lasten, sowie das Arbeiten über Kopf zurückzuführen (Schmidt, 1982). Vor allem einseitige statische Arbeit, statische Körperhaltung oder das Arbeiten unter Zwangshaltungen können zu Schädigungen der Schulter- und Hüftgelenke führen (Schmidt, 1982). Die teilweise hohe Belastung der Schultergelenke korreliert außerdem mit den hohen Werten des Humerus Längen-Dicken-Index.

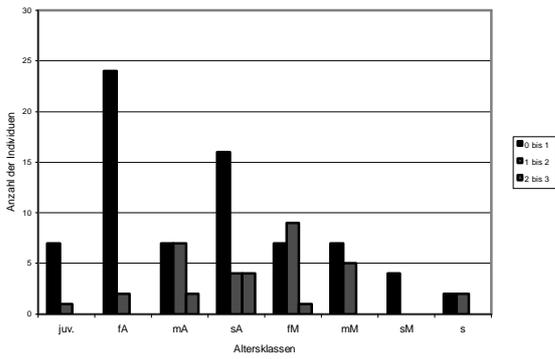
Neben den Schultergelenken zeigen nur die Hüftgelenke solche hohen Verschleißerscheinungen. 38% der untersuchten männlichen Hüftgelenke wiesen degenerative Veränderungen (Ausprägungsgrad  $\geq$  2-3) auf, welche schon in der juvenilen Altersklasse einsetzten.

Die Abnutzung der Ellenbogen-, proximalen Hand- und Radioulnargelenke ist als mäßig einzuschätzen und beginnt erst in der maturaen Altersklasse.

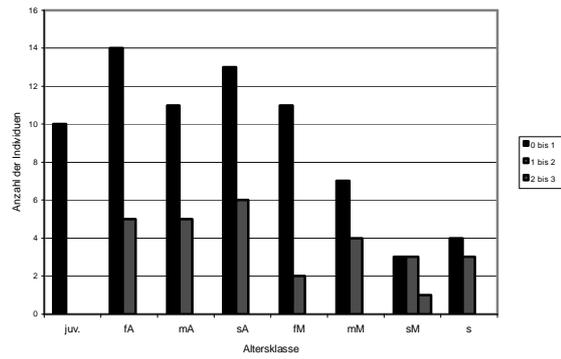
Die geringsten Verschleißspuren bis ins hohe Alter zeigen die Knie- sowie die distalen und proximalen Sprunggelenke. Dies steht in deutlichem Gegensatz zur Häufigkeit von arthrotischen Kniegelenksschädigungen bei älteren Menschen unserer Zeit.

Bei Untersuchungen mittelalterlicher Bevölkerungen wurden die meisten degenerativen Veränderungen im Bereich der Schulter- und Hüftgelenke festgestellt (Schultz, 1978). Die Coxarthrose war dabei nicht nur am häufigsten vertreten, sondern erreichte auch die höchsten Ausprägungsgrade (Stloukal & Vyhnánek, 1975). Dies ist auf die allgemeine Arbeitsbelastung ländlicher Bevölkerungen zurückzuführen bzw. als Folge der Feldarbeit anzusehen. Die männlichen Individuen aus Unterigling bilden hier keine Ausnahme.

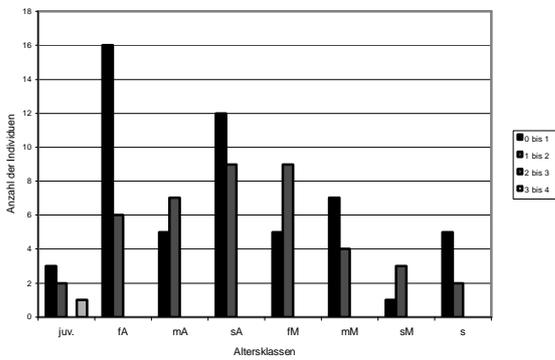
Gelenkstatus der Schultergelenke Unterigling Frauen (n=111)



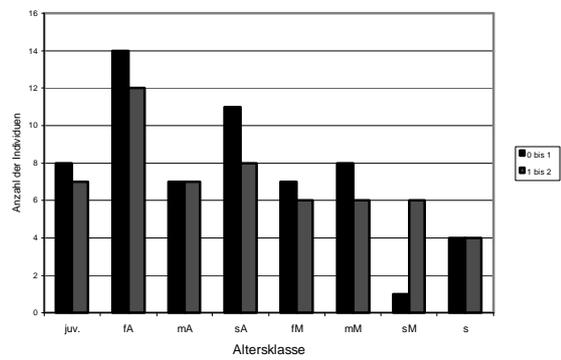
Gelenkstatus der Ellenbogengelenke Unterigling Frauen (n=102)



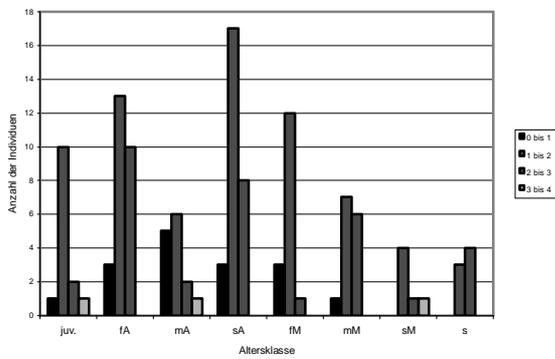
Gelenkstatus der proximalen Handgelenke Unterigling Frauen (n=97)



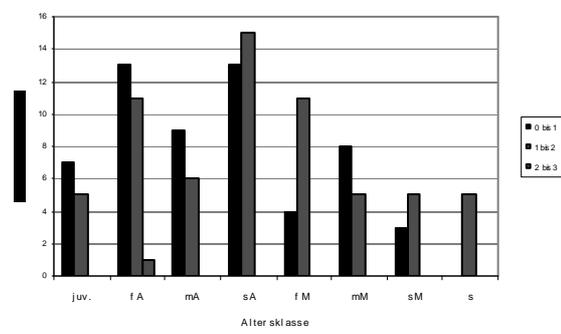
Gelenkstatus der Radioulnargelenke Unterigling Frauen (n=116)



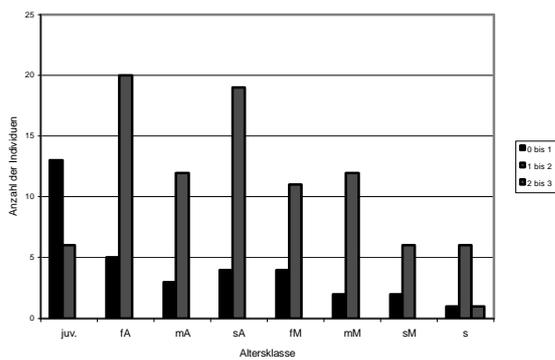
Gelenkstatus der Hüftgelenke Unterigling Frauen (n=125)



Gelenkstatus der Kniegelenke Unterigling Frauen (n=121)



Gelenkstatus der proximalen Sprunggelenke Unterigling Frauen (n=127)



Gelenkstatus der distalen Sprunggelenke Unterigling Frauen (n=124)

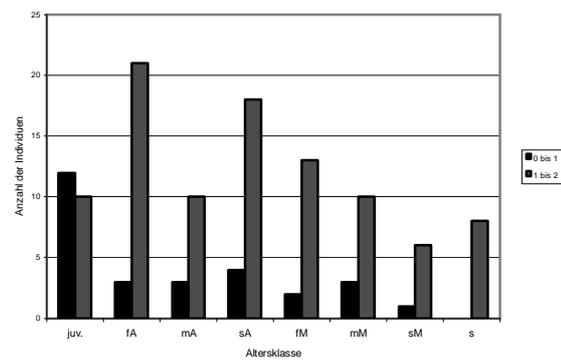


Abb. 32: Gelenkstatus der untersuchten Gelenkregionen der weiblichen Individuen aus Unterigling

Bei den Unteriglinger Frauen waren ebenfalls Schulter- und Hüftgelenke am stärksten von Verschleißerscheinungen betroffen. Bei 30% der untersuchten weiblichen Hüftgelenke waren degenerative Erkrankungen zu beobachten, welche in allen Altersklassen auftraten, weshalb eine tätigkeitsbedingte Abnutzung der Hüftgelenke angenommen werden kann. Die Abnutzung von nur 8% aller untersuchten weiblichen Schultergelenke lässt wiederum auf eine eher eingegrenzte Gruppe schließen, da nur einige Individuen aus der mittel-adulten bis früh-maturen Altersklasse betroffen waren. Die anderen untersuchten Gelenke waren nur mäßig abgenutzt, also keiner verstärkten Belastung ausgesetzt.

Die Verschleißerscheinungen der Hüftgelenke können auf das Zurücklegen langer Wegstrecken, vermutlich auch in unebenem Gelände (Bergner, 1992; Faber, 2001), zurückgeführt werden. Die Hauptaufgabe der Frauen bei der Feldarbeit war das Zerkleinern größerer Erdbrocken mit einer Hacke, das Antreiben der Ochsen, während diese den Pflug zogen, sowie das Schneiden und Bündeln des Getreides (Bergner, 1992). Diese Tätigkeiten belasteten die Schulter- und Hüftgelenke gleichermaßen. Die Verschleißerscheinungen der Schultergelenke sind vermutlich nicht, wie bei den männlichen Individuen, auf das Heben und Tragen schwerer Lasten zurückzuführen, da dies auch im Mittelalter keine Frauenarbeit war. Vielmehr hängen diese degenerativen Erkrankungen eher mit dem „Hauswerk“, einer ausschließlichen Frauendomäne, zusammen (Bergner, 1992). Da aber nur ein geringer Anteil der Frauen erhöhte Verschleißerscheinungen der Schultergelenke aufwies, kann auch hier schon von einer Art Arbeitsteilung ausgegangen werden. Dies würde wiederum zu den hohen Werten des Humerus Längen-Dicken-Index und den deutlichen Muskelansatzstellen an den Humeri einiger Individuen passen.

Zusammenfassend konnte festgestellt werden, dass die Hauptbelastung sowohl der männlichen als auch der weiblichen Individuen von Unterigling in den Schulter- und Hüftgelenken lag, was für mittelalterliche Gesellschaften durchaus charakteristisch ist (Schultz, 1978). Vor allem die starken Verschleißerscheinungen der Hüftgelenke wurden schon bei anderen mittelalterlichen Bevölkerungen nachgewiesen (Stloukal & Vyhnánek, 1975). Diese betrafen alle Altersklassen gleichermaßen und lassen somit keine Rückschlüsse auf eine bestimmte Tätigkeit zu. Vielmehr hingen diese Veränderungen mit den allgemeinen Lebensumständen der Unteriglinger zusammen. Durch das Zurücklegen langer Wegstrecken in unebenem Gelände, durch langes Stehen oder das Tragen schwerer Lasten werden die Hüftgelenke besonders beansprucht (Schmidt, 1982).

Die beim Vergleich der Indexwerte gewonnenen Erkenntnisse ließen sich auch durch die Untersuchung des Gelenkstatus bestätigen: Einige Individuen leisteten schwerere körperliche Arbeit als andere, man war somit in unterschiedlichen „Berufsgruppen“ tätig. Dies traf auf Männer und Frauen gleichermaßen zu.

Die Individuen der Separatgrablege wiesen geringe bis mäßige degenerative Veränderungen auf, sogar selbst die Verschleißerscheinungen der Hüftgelenke waren sehr gering. Das lässt darauf schließen, dass die Individuen der Separatgrablege keine harte Arbeit leisten mussten und unterstützt die These, dass es sich um eine privilegierte Bevölkerungsschicht handelte.

### **Muskelmarken**

Da eine enge Korrelation zwischen dem (Schulter-)Gelenkstatus, den Werten des Humerus Längen-Dicken-Index und der Ausprägung kräftiger Muskelmarken am Humerus besteht, wird auf letzte bereits hier eingegangen.

Die deutliche Verstärkung im Bereich der proximalen Hälfte der Humerusepiphyse wird als *Tuberositas deltoidea* bezeichnet und bildet die Ansatzstelle für drei Muskelanteile des Musculus deltoideus: die *Pars clavicularis*, welche am lateralen Drittel der Clavicula entspringt, die *Pars acromialis* am Acromion und die *Pars spinalis* am Unterrand der Spina scapulae. Diese sind die wichtigsten Abduktoren des Schultergelenks und sorgen für dessen Beweglichkeit (Platzer, 2003).

Bei 27 männlichen und 13 weiblichen Individuen der Bevölkerung von Unterigling konnten auffällig kräftige Muskelansatzstellen an beiden Humeri festgestellt werden. Bei den männlichen Individuen waren diese hauptsächlich in der adulten (n=13) und maturen (n=11) Altersklasse zu finden, bei den weiblichen in der adulten (n=9) Altersklasse. Aus der senilen Altersklasse wiesen lediglich drei männliche und ein weibliches Individuum kräftigere Muskelansatzstellen an den Humeri auf. Bei 2 weiblichen Individuen fanden sich diese verstärkten Muskelansatzstellen nur am rechten Humerus, bei einem männlichen Individuum nur am linken.

Einige Individuen der Bevölkerung von Unterigling beanspruchten also die Oberarme und Schultern in verstärktem Maße, was wiederum auf bestimmte Tätigkeitsfelder (s.o.) hinweisen kann.

Auch an den anderen Langknochen konnten vereinzelt stärkere Muskelansatzstellen festgestellt werden, so bei 2 Individuen an beiden Ulnae, bei einem Individuum nur an der linken Ulna. Jeweils ein weiteres Individuum zeigte starke Muskelansatzstellen an beiden Femora bzw. an beiden Tibiae.

### **Degenerative Erkrankungen der Wirbel**

Durch schwere körperliche Arbeit wird vor allem die Wirbelsäule stark geschädigt (Tabelle 8). Am häufigsten tritt in prähistorischen (wie auch rezenten) Skelettpopulationen die Spondylose (Spondylosis deformans) auf, welche v.a. durch einseitige mechanische Belastung, aber auch grundsätzlich mit zunehmendem Alter entstehen kann (Stloukal et al., 1970). Sie zeigt sich in Randwulstbildungen des Wirbelkörpers bis hin zu knöcherner Überbrückung (Endstadium Blockwirbelbildung).

Bei den Individuen von Unterigling war, wie auch in anderen mittelalterlichen Gräberfeldern (Stloukal et al., 1970), eine hohe Anzahl an spondylotischen Veränderungen der Wirbel zu beobachten. Diese lagen bei männlichen und weiblichen Individuen vor allem im Bereich des Dens axis und der Lendenwirbelsäule.

Des Weiteren traten vor allem bei den Männern Schmorl'sche Knorpelknötchen auf. Es handelt sich hierbei um Deckplatteneinbrüche der Wirbelkörper infolge eines Bandscheibenvorfalles. Solche Defekte entstehen durch degenerative Veränderungen des Bandscheibengewebes, aber auch durch Mikrotraumata, welche durch alltägliche körperliche Belastungen hervorgerufen werden können (Schmorl & Junghans, 1968).

Bei insgesamt 5 Individuen waren Blockwirbelbildungen zu erkennen.

Acht Individuen zeigten Anzeichen einer Hypervaskularisierung, welche als Hinweis auf Tuberkulose gilt. Die Tuberkulose ist eine primäre Infektion durch *Mycobakterium tuberculosis*, welche sekundär das Skelett befallen kann und dort charakteristische Zerstörungen der Wirbelsäule verursacht (Grupe et al., 2005). Dies zeigt sich im typischen Erscheinungsbild der tuberkulösen Spondylitis (Nerlich et al., 2002; Zink et al., 2003), welche durch eine gesteigerte Gefäßversorgung (Hypervaskularisierung) der Wirbel charakteristisch ist.

**Tabelle 8:** Auffälligkeiten der Wirbel der erwachsenen Individuen aus Unterigling

<b>Auffälligkeiten im Bereich der Wirbel</b>	<b>Anzahl betroffener männl. Indiv.</b>	<b>Anzahl betroffener weibl. Indiv.</b>
spondyl. Veränderungen der Halswirbel (außer Axis und Atlas)	14	7
spondyl. Veränderungen der Brustwirbel	12	8
spondyl. Veränderungen der Lendenwirbel	21	9
spondyl. Veränderungen des Dens axis	26	17
spondyl. Veränderungen des Atlas	4	9
Schmorl'sche Knorpelknötchen	22	8
L5 mit Os sacrum verwachsen	3	0
Blockwirbelbildung	3	2
Hypervaskularisierung	5	3

Auffällig war die Menge an spondylotischen Veränderungen bei männlichen im Vergleich zu weiblichen Individuen. Derartige Schädigungen der Wirbelsäule treten durch das Heben und Tragen schwerer Lasten, das schnelle Gehen unter Belastung, sowie das Arbeiten über Kopf auf (Schmidt, 1982), Tätigkeiten, die zum Teil auch Oberarme und Schultern beanspruchen wie sie beispielsweise Holzfäller, Zimmerleute oder Lastenträger ausüben.

### **Frakturen und Fehlbildungen**

Bei drei Individuen ließ sich ein überlebtes Trauma der Kalotte feststellen, welches durch den Schlag mit einem stumpfen Gegenstand entstanden sein muss (derartige Verletzungen werden anhand der

„Hutkrempe regel“ klassifiziert: Bei Frakturen im Bereich des Hutkrempe niveaus und darunter muss eher von einer Sturzverletzung ausgegangen werden, bei Verletzungen oberhalb handelt es sich oft um eine Schlagverletzung; Herrmann et al., 1990).

Neun Individuen der Unteriglinger Bevölkerung wiesen ein Osteom (gutartige Neubildungen des reifen Knochengewebes, welche sich relativ häufig an Schädelknochen finden; Pschyrembel, 2004) auf dem Schädeldach auf.

Insgesamt fanden sich 14 verheilte Frakturen der oberen Extremitäten und 10 verheilte Frakturen der unteren Extremitäten. Bei Individuum „U.98/2“ wurde eine schief verwachsene, aber wegen unvollständiger Erhaltung des Skelettelements nicht zuverlässig identifizierbare Fraktur gefunden, vermutlich eine Femurdiaphyse.

An männlichen Skeletten konnten zehn Frakturen der oberen Extremitäten und sieben Frakturen der unteren Extremitäten festgestellt werden. Zwei männliche Individuen („U.4“ und „U.169/2“) wiesen jeweils zwei Frakturen auf. Bei den weiblichen Individuen waren drei Frakturen an den oberen Extremitäten und drei Frakturen an den unteren Extremitäten festzustellen. Individuum „U.118/1“ wies Frakturen beider Humeri auf. Eine Humerusfraktur war ferner bei einem nicht-geschlechtsbestimmbaren Individuum zu beobachten.

Auffällig waren zum einen die vielen Humerusbrüche und zum anderen, das komplette Fehlen von Ulnafrakturen, welche an Skeletten mittelalterlicher Bevölkerungen für gewöhnlich in großer Zahl gefunden werden. Humerusfrakturen resultieren aus Stürzen auf den Ellenbogen oder die ausgestreckte Hand, z.B. als Folge von häuslichen Unfällen oder Berufsunfällen (Brehme, 2004). Unter den Ulnafrakturen sind Parierfrakturen (im Bereich der Diaphysenmitte) am häufigsten, welche vorzugsweise bei Abwehr äußerer (Gewalt)Einwirkungen im Rahmen eines Verteidigungsreflexes entstehen (Kunter, 1974).

Lediglich drei Schädelverletzungen können eventuell im Kontext gewalttätiger Auseinandersetzungen gesehen werden.

**Tabelle 9:** Anzahl der verschiedenen Frakturtypen der Individuen aus Unterigling.

verheiltes Trauma auf der Calotte durch einen Schlag mit einem stumpfen Gegenstand	3		
Humerusfraktur (verheilt)	re: 5	li: 3	re + li: 1
Radiusfraktur (verheilt)		li: 2	
Claviculafraktur (verheilt)	re: 1	li: 2	
Femurfraktur (verheilt)	re: 1		
Tibiafraktur (verheilt)	re: 1	li: 2	
Fibulafraktur (verheilt)	re: 3	li: 3	
schief verwachsene Fraktur (U.98/2)			

Unter den Kindern wiesen zwei verheilte Schlüsselbeinfrakturen auf: Ein 4-5-jähriges Mädchen („U.47“) zeigte sowohl an der rechten als auch an der linken Clavicula eine Fraktur; ein 11-jähriges Mädchen („U.197“), nur an der rechten.

Die Individuen aus der Separatgrablege zeigten keinerlei Frakturen auf.

Als pathologische Besonderheit waren im Fundgut zwei Fehlbildungen enthalten, welche kurz dargestellt werden.

Das männliche Individuum „U.32“ zeigte eine deutliche Verkürzung des rechten Humerus (Abb. 33), infolge einer Verkümmernng des proximalen Endes. Es könnte sich um eine angeborene Entwicklungsstörung/genetisch bedingte Fehlbildung handeln. Wahrscheinlicher ist jedoch eine Verletzung der Epiphysenregion, etwa im Rahmen einer (Trümmer-)Fraktur, bereits in kindlichem Alter, welche zu einer Wachstumshemmung bzw. -einstellung im proximalen Humerusbereich führte. Die unphysiologische Belastung hat massive Eburnisierungsreaktionen im Bereich des wohl sekundär gebildeten (Pseudo-)Gelenkkopfes sowie der korrespondierend deformierten Cavitas glenoidalis der Scapula zur Folge (Abb. 33a).



**Abb. 33:** Individuum „U.32“, rechter und linker Humerus. Der rechte Humerus ist infolge Fehlbildung/Wachstumsstörung im Bereich des proximalen Endes deutlich verkürzt und zeigt reaktive Eburnisierung in der Gelenkregion.



**Abb. 33a:** Individuum „U. 32“. Eburnisation des Caput humeri und der Cavitas glenoidalis.

Die distale Gelenkregion wie auch die (freilich etwas distalwärts „verlagerte“) Tuberositas deltoidea des rechten Humerus scheinen in keiner Weise beeinträchtigt zu sein, sondern sogar vergleichsweise kräftig ausgeprägt; der Arm ist also nicht übermäßig „geschont“ worden.

Der senile Mann war im Übrigen bereits durch seine hohe Femur-Robustizität aufgefallen. Er erbrachte also offensichtlich trotz seiner Behinderung körperliche Leistung.

Individuum „U.51“ wies eine Dysplasia coxae (Hüftgelenksdysplasie) auf der rechten Seite auf (Abb. 34), die linke Seite war nicht betroffen.



**Abb. 34:** Individuum „U. 51“, Hüftgelenkdysplasie, rechts, mit extrem deformiertem, disloziertem Femurkopf und sekundärer Gelenkspfannenbildung.

Diese beiden Beispiele wie auch die verheilten Frakturen machen deutlich, dass sich die Bevölkerung von Unterigling um ihre kranken, verletzten und behinderten Mitmenschen kümmerte bzw. sie pflegte. Offensichtlich wusste man, wie Knochenbrüche zu schienen waren, damit diese gerade zusammenwuchsen und der verletzte Knochen wieder voll funktionsfähig war. Schultz (1982) vertritt die Meinung, dass durch die fortschreitende Zivilisation, (vgl. Kultivierung von Nutzpflanzen, Domestikation der Haustiere) die Gesellschaft an Sicherheit gewann und deshalb auch die Umweltbedingungen für die schwachen und behinderten Menschen verbessert werden konnten.

### **Mangelerkrankungen**

Neben Läsionen, welche durch direkte Gewalteinwirkung entstehen oder angeboren sind, traten bei der Bevölkerung von Unterigling auch Stoffwechsel- bzw. ernährungsbedingte Erkrankungen auf, etwa Mangelerkrankungen, wie Vitamin C- oder Vitamin D-Mangel (Skorbut bzw. Rachitis). Vitamin C-Mangel trat vor allem bei Kindern auf und manifestiert sich am Skelett in Form porotischer Hyperostosen. Mangel an Vitamin C stellt eher eine „Winterkrankheit“ dar (schriftliche Mitteilung vom 19.5.2006 von Herrn Felix Schmidt), da zu dieser Jahreszeit die Quellen an Vitamin C sehr begrenzt waren. Bei Kindern kommt es zur (skorbutgleichen) Möller-Barlowschen Krankheit (Herrmann et al., 1990). Charakteristische skelettale Hinweise auf diese Erkrankung sind

osteoporotisch aufgelockerte Diaphysen bei dünner Kortikalis, so dass auch Spaltbrüche zu beobachten sind (Herrmann et al., 1990).

Mangel an Vitamin D resultiert in unphysiologischer Krümmung der Langknochen, was bei 49% der Unteriglinger Erwachsenen zu beobachten war (Tabelle 10). Da Vitamin D als Coenzym im Kalzium-Stoffwechsel eine wichtige Rolle spielt, sollten sich Vitamin D Mangelkrankungen auch als hypomineralisierte Ringe im Zahnzement nachweisen lassen (vgl. Kap. 4.1.3).

Bei 22% aller erwachsenen Individuen konnten ferner Cribra orbitalia beobachtet werden, welche für keine bestimmte Erkrankung stehen, jedoch charakteristisch sind für ernährungsbedingte Anämien, etwa infolge Eisen-, Folsäure- und Tryptophanmangel (Hühne-Osterloh, 1997); auch parasitärer Befall kann Ursache sein.

**Tabelle 10:** Hinweise auf Mangelkrankungen in der Bevölkerung von Unterigling

Cribra orbitalia	n = 44
unphysiologische Krümmung des Humerus	n = 3
unphysiologische Krümmung des Radius	n = 25
unphysiologische Krümmung der Ulna	n = 44
unphysiologische Krümmung des Femurs	n = 10
unphysiologische Krümmung der Tibia	n = 9
unphysiologische Krümmung der Fibula	n = 8

85% (n=76) aller Kinder (neonat bis 12 Jahre) aus dem Fundgut von Unterigling wiesen Spuren von porotischen Hyperostosen, welche auf Vitamin C-Mangel hinweisen, auf. 50% (n=45) zeigten Cribra orbitalia, 17% (n=15) wiesen unphysiologisch gebogene Langknochen auf.

Bereits die Humerus-Indexwerte und die Ausprägung degenerativer Gelenkveränderungen ließen vermuten, dass ein Teil der Unteriglinger Bevölkerung schwere körperliche Arbeit leistete. Diese ist mit einem hohen Kalorienbedarf verbunden, welcher in (saisonalen) Krisensituationen eventuell nicht immer gedeckt werden konnte. Die landwirtschaftlichen Erträge aus Zweifelderwirtschaft und Viehhaltung reichten sicher nicht immer für eine optimale Versorgung der Bevölkerung aus, saisonale Knappheiten führten zu Mangelerscheinungen. Für diese Theorie spricht auch, dass ein Teil der Pferdeknöchel (n=30; 7%) aus dem Fundgut Schnitt- und Hackspuren aufwiesen (schriftliche Mitteilung vom 11.05.2006 von Frau Susanne Bischler M.A., Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin der LMU München). Diese Tiere wurden vermutlich geschlachtet und verzehrt - ein sehr untypischer Befund, da Pferde im frühen Mittelalter als Zug- und Lasttiere normalerweise zu kostbar waren, um sie zu schlachten (persönliche Mitteilung von Frau Dr. Henriette Manhart, Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin der LMU München).

## **Deskriptive und anatomische Varianten**

Eine *Patella emarginata* (Emargination (Eindellung) der Patella am lateralen proximalen Rand; Platzer, 2003) wiesen zwei Individuen rechts- und vier Individuen linksseitig auf. In 5 weiteren Fällen waren beide Patellae betroffen. Dieser Defekt stellt im Allgemeinen eine Fehlbildung ohne Krankheitswert mit genetischem Ursprung dar (Aufderheide & Rodriguez-Martin, 1998).

Binder et al. (2006) erklärten eine *Patella bipartita* (= Ausbleiben der knöchernen Verschmelzung der zunächst isoliert angelegten Knochenkerne, meist im oberen äußeren Quadranten; vgl. Platzer, 2003), als einen habituellen Stressmarker. Möglicherweise gilt dies auch für die *Patella emarginata*. Da die Patella in die Endsehne des *Musculus quadriceps femoris* eingelassen ist, ist sie jeder Beanspruchung ausgesetzt, welche diesen Muskel betrifft. Bei häufigem Hocken kommt es zu einer häufigen, anhaltenden Flexion des Knies, wodurch an der Patella eine Kerbe am *Angulus supero-lateralis* hervorgerufen werden kann.

Bei einem Individuum („U.5“) konnte an beiden Tibiae eine Hockfacette festgestellt werden. Eine *Patella emarginata* war hier jedoch nicht zu diagnostizieren.

Im Folgenden eine Auflistung weiterer nachgewiesener anatomischer Varianten, welche gegebenenfalls auf Verwandtschaften schließen lassen könnten:

Ein Foramina supratrochleare konnte an 10 rechten und 14 linken Humeri (vgl. Abb. 33; Seite 91) festgestellt werden; bei 12 weiteren Individuen war diese Variante bilateral ausgeprägt; insgesamt waren also 48 Humeri betroffen.

Bei 29 Individuen konnte ein Nahtknochen (Worm'scher Knochen) unterschiedlicher Lokalisation am Schädel festgestellt werden.

Teilweise traten bei Mehrfachbestattungen die gleichen anatomischen Varianten auf (so wiesen z.B. „U. 206/1“ und „U. 206/2“ beide einen Worm'schen Knochen auf). Hier kann von einer Verwandtschaft ausgegangen werden, welche bereits durch die Bestattungsform deutlich gemacht wurde.

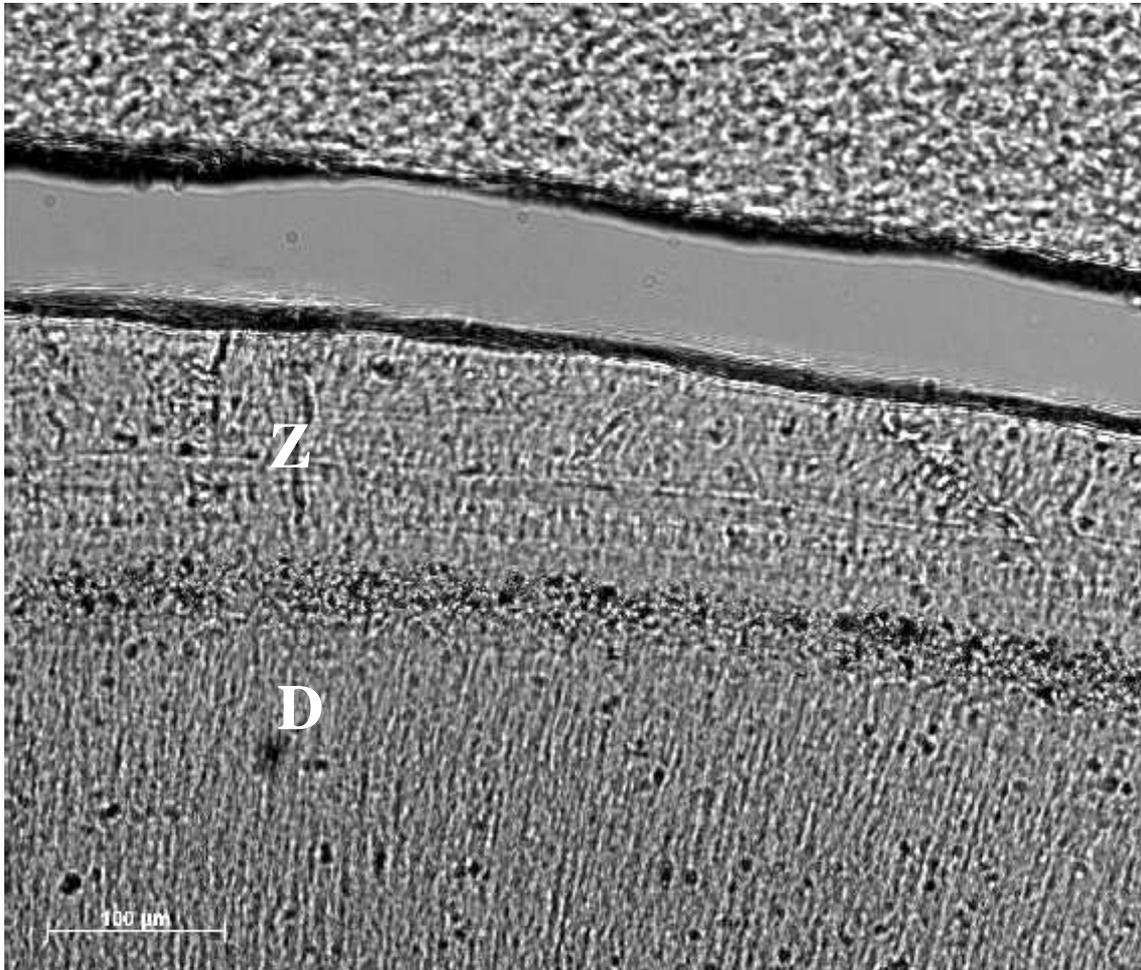
Drei Individuen der Separatgrablege („U. 82“, „U. 83/1“, „U.227“) wiesen Foramina supratrochlearia an den Humeri auf, drei („U. 225“, „U. 227“, „U.228“) zeigten einen Worm'schen Knochen, was ebenfalls bei Berücksichtigung der besonderen Bestattungssituation auf Verwandtschaft hindeutet.

### **4.1.3 Chronologische Bestimmung des Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement**

#### **Methodische Probleme**

Das chronologische Sterbealter wurde, wie in Kapitel 3.2 beschrieben, anhand der Zuwachsringe im Zahnzement bestimmt. Diese Methode gilt, zumindest bis zu einem Sterbealter von 40 Jahren, als die verlässlichste. Dennoch soll im Folgenden auf einige methodische Probleme eingegangen werden, aufgrund derer das chronologische Sterbealter eventuell nicht korrekt bestimmt werden kann.

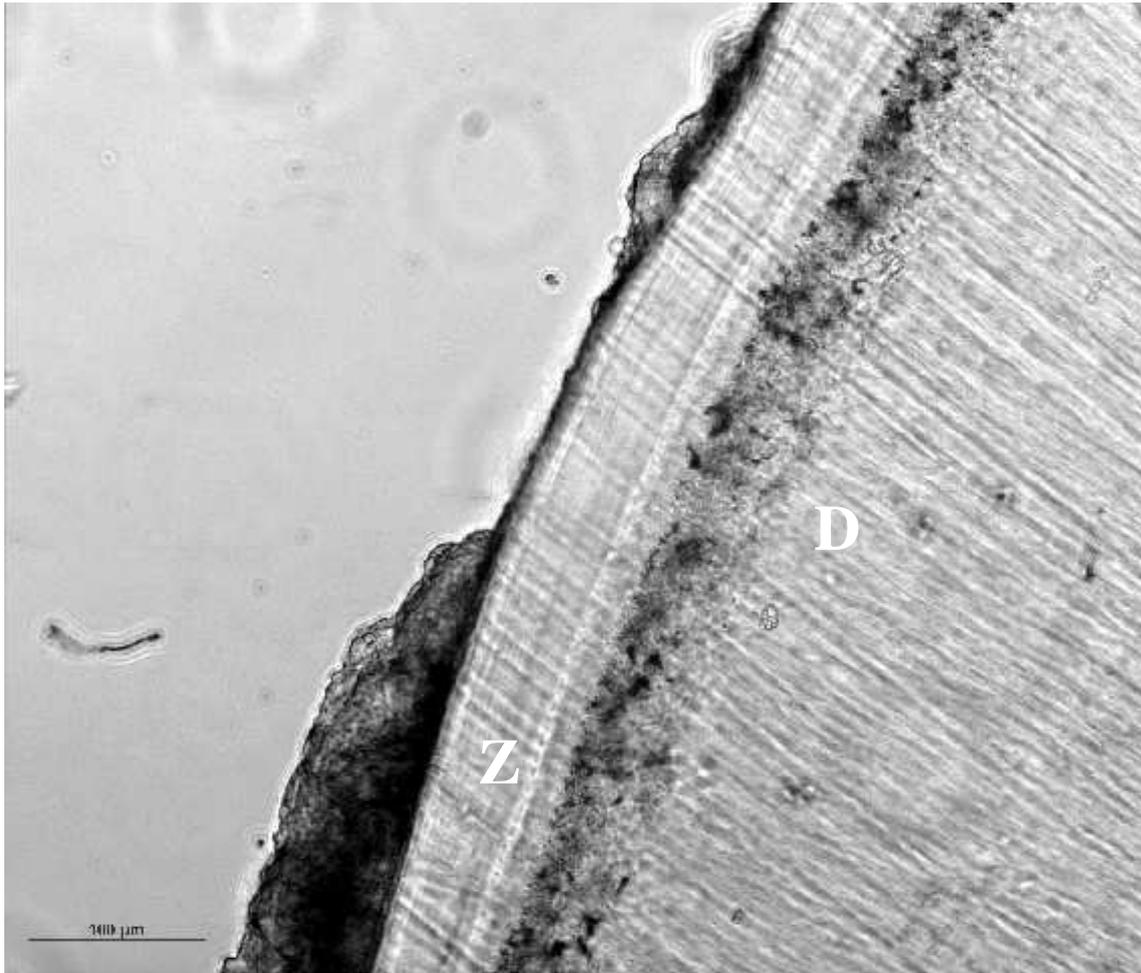
Einige Zahnproben konnten nicht ausgewertet werden, da dekompositionsbedingt Ringe bzw. die komplette Zementschicht fehlten (postmortaler Abbau). Es war prinzipiell vorgesehen, von jedem Zahn 5 Bilder aufzunehmen und auszuwerten, was sich zum Teil als schwierig erwies, da lokal äußere Ringe oder auch die komplette Zementschicht fehlten bzw. die Zementschicht ein kontrastarmes Bild bot (Abb. 35).



**Abb. 35:** Bild eines Zahns (U.4) mit ungenügend konservierter Zementschicht. Der Abschluss der Zementschicht ist nicht deutlich zu erkennen. Auf der Zementschicht befinden sich viele Störungen; D: Dentin; Z: Zement

Ein „technisches“ Problem stellten in Einzelfällen die Sägespuren dar, welche bei der Anfertigung der Schnitte durch das Innenlochsägemikrotom verursacht werden können (Abb. 36), insbesondere bei hoher Sägeschwindigkeit. Verlaufen sie parallel zur Zementbänderung, kann die Überlagerung zur Verwechslungen von Zementlinien und Sägerillen führen. Bei gutem Zahnwurzelerhalt wiesen die Schnitte aber genügend auswertbare Zementbereiche auf, die senkrecht zu den Sägespuren ausgerichtet sind.

Bilder mit deutlich störenden Sägespuren wurden nicht in die Auswertung einbezogen.



**Abb. 36:** Zahn (U.116) mit vielen Sägespuren, welche das Auszählen der Ringe erschweren, aber nicht unmöglich machen; D: Dentin; Z: Zement

Beim Betrachten der Wurzelquerschnitte unter dem Mikroskop erkennt man gelegentlich so genannte „Artefaktlinien“, optische Interferenzen im Zahnzementquerschnitt, welche in der Regel dünner als die normalen Ringe und auch nicht überall sichtbar sind.

Die genannten methodischen Probleme traten bei allen drei untersuchten Skelettpopulationen gleichermaßen auf.

### **Chronologisches Sterbealter der Bevölkerung von Unterigling**

Von 170 Individuen des Gräberfeldes von Unterigling konnten Zähne für die chronologische Altersbestimmung anhand der Zuwachsringe im Zahnzement entnommen werden. Aufgrund des schlechten Erhaltungsgrades einiger Skelette war es nicht möglich, von jedem Erwachsenen einen Zahn zu entnehmen. Um den Probenumfang nicht noch weiter einzuschränken, wurden neben den vorrangig gewählten Prämolaren auch Incisivi entnommen, da auch hier das Durchbruchsalter in relativ engen Grenzen variiert (durchschnittlich  $\pm 1,92$  Jahre; Schumacher et al., 1990). In einem Fall wurde auch ein Molar entnommen. Vier entnommene Zahnproben konnten aufgrund unzureichender Erhaltung der Zementschicht nicht ausgewertet werden, so dass sich der Probenumfang auf 166

Zahnproben reduzierte. Somit wurden von 82% der erwachsenen Individuen Zahnproben zur Bestimmung des chronologischen Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement untersucht (vgl. Tabelle A5 im Anhang). Bei acht Individuen handelte es sich um die erwachsenen Bestatteten aus der Separatgrablege. Sie wurden nicht in die Auswertung für den Hauptbestattungsort einbezogen.

Ausgewertet wurden demnach 158 Zahnproben, welche von 81 männlichen, 74 weiblichen und 3 nicht geschlechts-bestimmbaren Individuen stammten.

Bei 72 (42,4%) aller untersuchten Zähne handelte es sich um einen ersten Unterkiefer-Prämolaren, bei 53 (31,2%) um einen zweiten Unterkiefer-Prämolaren. Konnte die Lage des Zahns im Kiefer nicht eindeutig diagnostiziert werden, wurde ein Mittelwert hinsichtlich des Durchbruchalters errechnet (vgl. Kap. 3.2.3). Bei insgesamt 7 untersuchten Zahnproben (4,1%) handelte es sich nicht um Prämolaren.

Zur Bestimmung des Sterbealters wurde für jeden Zahn das spezifische Durchbruchalter (Schumacher et al., 1990) zu dem manuell ermittelten stabilsten Wert (Kagerer & Grupe, 2001b) addiert, die „chronologische Altersangabe“ erfolgte auf Jahresniveau.

Abbildung 37 zeigt die chronologisch bestimmte Sterbealtersverteilung. Wie auch schon bei der morphologischen Altersbestimmung lag die höchste Sterblichkeit in der adulten Altersklasse. Auffällig ist die geringe Anzahl an maturen und das Fehlen von senilen Individuen. Bei Anwendung der morphologischen Altersbestimmungsmethode fanden sich durchaus Individuen, welche diese Altersklasse erreicht hatten (vgl. Kap. 4.1.2.1; Abb. 24). Infolge harter und schwieriger Lebensumstände kann das biologische Alter höher erscheinen als das chronologisch bestimmte. Die hohe Sterblichkeit in der adulten Altersklasse würde demnach der Realität entsprechen, was sich mit der Mortalitätsrate und der negativen Wachstumsrate decken würde.

Chronologisches Sterbealter Unterigling ges. (n=158)

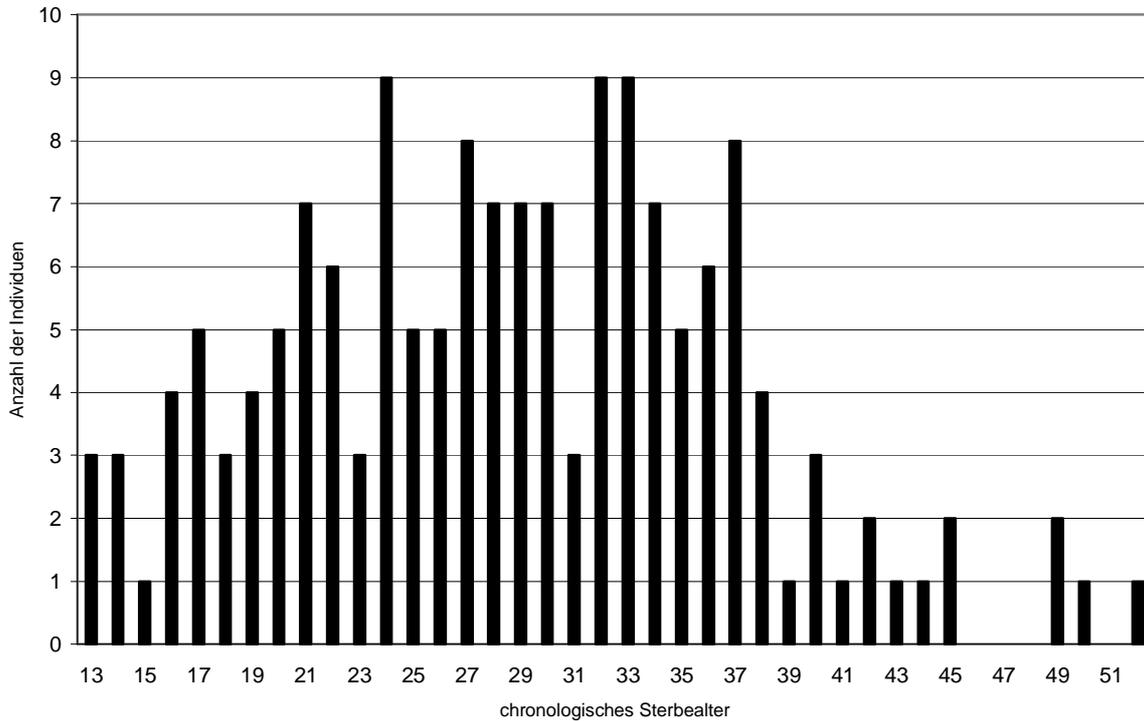


Abb. 37: Altersverteilung der Bevölkerung aus Unterigling nach der chronologischen Sterbealtersbestimmung

Der direkte Vergleich der Sterbealterskurven der männlichen (n=81) und weiblichen (n=74) Individuen macht die unterschiedliche Lage des Sterbegipfels deutlich: Frauen zeigen viel früher ein Maximum in der Sterblichkeit und erreichen auch kein so hohes (Maximal-)Alter wie die männlichen Individuen (Abb. 38).

Insgesamt verstarben 35 (43,2%) der männlichen und 54 (70,1%) der weiblichen juvenilen bis erwachsenen Individuen der Bevölkerung von Unterigling nach der chronologischen Altersbestimmung in einem Alter bis zu 30 Jahren.

Chronologisches Sterbealter Unterigling m/w/n.d. Vergleich (n=158)

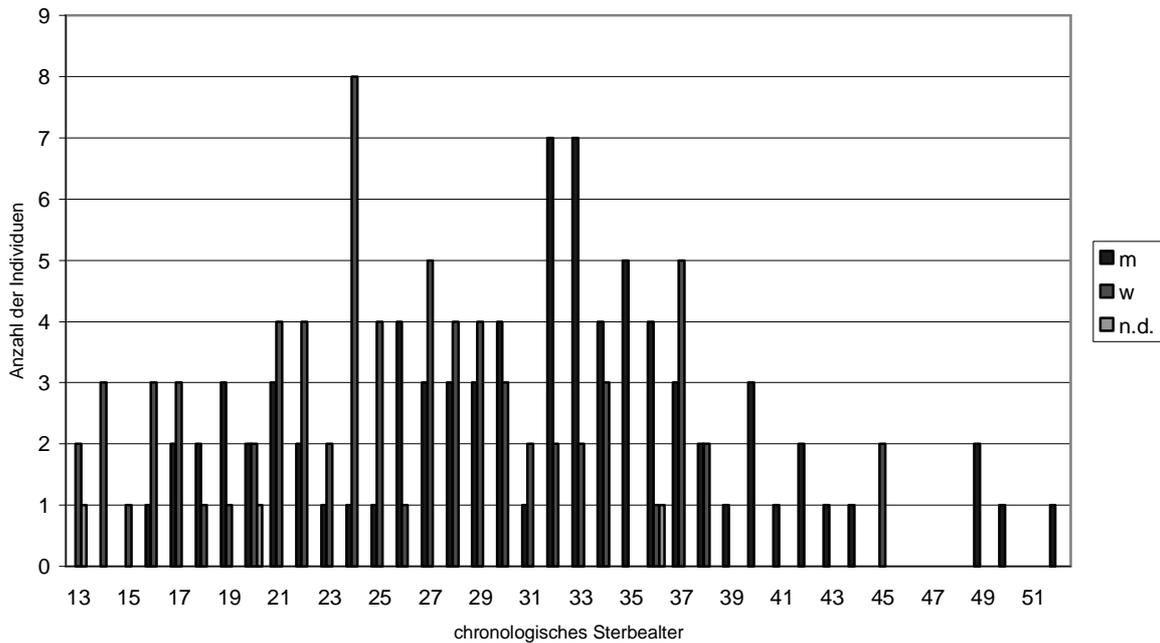


Abb. 38: Vergleich des chronologischen Sterbealters von männlichen (n=81), weiblichen (n=74) und nicht bestimmbar (n.d.) (n=3) Individuen der Bevölkerung von Unterigling

### Hypomineralisierte Ringe im Zahnzement

Deutlich hypomineralisierte Zementringe lassen auf „Krisenzeiten“ des Individuums schließen. Mindermineralisierte Ringe werden immer dann ausgebildet, wenn das betreffende Individuum einen erhöhten Kalzium-Bedarf hatte, welcher dann vermutlich zu einem relativen Kalzium-Mangel am Ort der Zementogenese führte. Es besteht demnach ein enger Zusammenhang zwischen der Ausbildung eines hypomineralisierten Ringes und beispielsweise einer im fraglichen Jahr bestehenden Schwangerschaft bzw. durchlebten „Kalzium-Zehrenden“ Erkrankungen, wie skelettalen Traumata oder Nierenfunktionsstörungen (Kagerer, 2000).

An den Skeletten der Unteriglinger Bevölkerung waren Anzeichen für Vitamin D-Mangelkrankungen gefunden worden, welche sich auch in Form hypomineralisierter Ringe im Zahnzement manifestieren sollten.

Vitamin D ist als Coenzym an der Regulation des Kalzium- und Phosphatstoffwechsels beteiligt (Campbell, 1997). In Stresssituationen wie beispielsweise bei Nahrungsmangel, werden sowohl Cortisol als auch die Katecholamine Adrenalin und Noradrenalin ausgeschüttet, wodurch es zu einer Entmineralisierung des Knochens kommen kann, da die Mobilisierung der Minerale aus dem Knochen erhöht wird (Kagerer, 2000). Bei Nahrungsmangel wie auch extremer Kälte können also hypomineralisierte Ringe gebildet werden, da zu wenig Kalzium eingelagert wird. Die hypomineralisierten Ringe der Unteriglinger können also Stresssituationen widerspiegeln und,

verbunden mit dem morphologischen Befund, als Folge von Nahrungs- bzw. Vitamin D-Mangel gedeutet werden.

Von den 166 zahnzementhistologisch untersuchten Individuen wiesen 78% (n=130) mindestens einen hypomineralisierten Ring auf. Bei 66% (n=110) der Individuen konnten mehrere mindermineralisierte Ringe festgestellt werden. Diese traten entweder einzeln über das Zement verteilt oder in mehreren aufeinander folgenden Jahren auf. 32 Männer und 26 Frauen wiesen neben den mindermineralisierten Ringen gleichzeitig auch Anzeichen von Mangelerkrankungen am Knochen auf. Jene Individuen, welche verheilte Frakturen hatten, zeigten ebenfalls mindermineralisierte Ringe. Die Fülle von hypomineralisierten Ringen bestätigt den morphologischen Befund: Ein Großteil der Individuen aus Unterigling litt offensichtlich an Erkrankungen, welche den Kalzium-Stoffwechsel beeinflussten, bei den Frauen ist natürlich auch an Schwangerschaften als Verursacher der hypomineralisierten Ringe zu denken.

Die hohe Sterblichkeit in der adulten Altersklasse (morphologisch und chronologisch), wie auch die hohe Anzahl hypomineralisierter Ringe stellt einen Hinweis auf die schlechte Versorgungsgrundlage in der Unteriglinger Bevölkerung dar.

#### **4.1.4 Ergebnisse der Kollagen-Gelatine-Extraktion/Isotopenanalyse**

Die Analyse stabiler Kohlenstoff- und Stickstoffisotope aus dem Knochenkollagen dient der Rekonstruktion der Nahrung, welche eine Bevölkerung über einen längeren Zeitraum konsumiert hat, hierbei ist auch die Kenntnis der Isotopensignatur der Fleisch liefernden Herbivoren wichtig, weshalb auch einige Tierknochenfunde untersucht wurden.

Im Bezug auf die Ernährung der Erwachsenen stellte sich insbesondere die Frage, ob es einen Unterschied zwischen der „normalen“ Bevölkerung und den Bestatteten innerhalb der Separatgrablege gab. Da Unterigling an der *Via Claudia* lag, herrschte vermutlich ein reger Handel, so dass tierisches Protein im Überfluss vorhanden gewesen sein sollte. Dies würde allerdings im Kontrast zum morphologischen Befund stehen.

Hinsichtlich der Kinder interessierte z.B., ob bzw. wie lange sie gestillt wurden.

Für die Isotopenanalysen wurden projektbedingt nur Stichproben der einzelnen Populationen herangezogen. Dies gilt sowohl für menschliche als auch für tierische Knochenfunde.

Um eine korrekte Interpretation der Kollagen-Gelatine-Extraktion gewährleisten zu können, muss die Qualität des Kollagens anhand quantitativer und qualitativer Kriterien überprüft werden.

Bei der quantitativen Analyse wird die Konzentration des Kollagens im untersuchten Knochenmehl in Gewichtsprozent sowie der Aminosäureertrag in nmol pro 100mg Extrakt bestimmt. Bei der qualitativen Untersuchung wird die prozentuale Aminosäurezusammensetzung sowie der Gehalt an

Kohlenstoff und Stickstoff im Kollagen jeder Knochenprobe bestimmt. Besonders wichtig ist das molare C/N-Verhältnis.

Das molare Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff sollte bei gut erhaltenem bzw. rezentem Kollagen 3,2:1 betragen, in prähistorischen Skelettfunden kann es zwischen 2,8 und 3,6 liegen (DeNiro, 1985; Ambrose, 1990). Bei einem C/N-Verhältnis, welches größer als 3,4 ist, kann das Kollagen mit Lipiden, Huminsäuren oder anderen kohlenstoffreichen Substanzen verunreinigt sein (Ambrose, 1993).

Laut Ambrose (1990) sollten Proben nicht in die Auswertung einbezogen werden, in welchen die C- bzw. N-Konzentrationen zu hoch oder zu niedrig sind, das C/N-Verhältnis von den Richtwerten abweicht oder die Kollagenkonzentration zu niedrig ist (<1% im Verhältnis zum Trockengewicht des Knochens; Ambrose, 1993). Hier können bereits dekompositionsbedingte Veränderungen auf das Kollagen eingewirkt haben, was zu verfälschten Isotopensignaturen führen kann.

### **Ausbeute an Kollagen**

Insgesamt wurden 72 menschliche Knochenproben des Friedhofs von Unterigling-Loibachanger einer Kollagen-Gelatine-Extraktion unterzogen. Sechs Knochenproben stammten von Individuen aus der Separatgrablege („U. 79“, „U. 81“, „U. 225“, „U. 226“, „U. 227“, „U. 228“). Sie wurden zur besseren Unterscheidung im Nahrungsnetzmodell gesondert gekennzeichnet (Abb. 40). Aus 55 (76%) Proben konnte Kollagen extrahiert werden, 17 (24%) Proben lieferten kein Kollagen.

Des Weiteren wurde aus 16 Proben von Knochenfunden verschiedener Säugetierspezies Kollagen extrahiert. Lediglich eine Probe erbrachte keine Kollagenausbeute.

Um diese zu bestimmen, wurden die gefriergetrockneten Extrakte erneut gewogen. Aus der eingesetzten Knochenmehl-Menge (250mg) und der Ausbeute an Lyophilisat wurde der prozentuale Anteil der Gelatine am Trockengewicht der menschlichen und tierischen Knochenproben errechnet.

Wie aus Tabelle 11 ersichtlich, schwankte die Ausbeute bei den menschlichen Knochenfunden aus Unterigling zwischen 1,9mg und 25,11mg. Die Konzentration des Kollagens lag zwischen 0,76% und 8,29%. Der Richtwert für gut erhaltenes Kollagen (1%) wurde von drei menschlichen Knochenproben nicht erreicht.

Für die tierischen Knochenfunde wurden Ausbeuten zwischen 0,32mg und 22,74mg erzielt (Tabelle 12). Die Ausbeute an Kollagen schwankte zwischen 0,13% und 8,79%. Sieben tierische Knochenproben erbrachten eine Ausbeute an Kollagen von unter einem Prozent.

**Tabelle 11:** Angegeben ist die Ausbeute an Kollagen der menschlichen Knochenproben aus Unterigling (n=55). Am Ende der Tabelle befinden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen vor und nach der Korrektur (Auslese Kriterien vgl. Kap. 4.1.4).

Bef. Nr.	Skelettelement	Einwaage Knochenmehl (mg)	Ausbeute Lyophilisat (mg)	Ausbeute in % der Einwaage
1	Rippe	251,30	12,410	4,930
3	Rippe	251,24	13,870	5,520
5	Rippe	250,50	12,280	4,900
5	Rippe	257,25	4,500	1,749
6	Rippe	258,40	11,400	4,410
16/2	Rippe	252,17	3,530	1,400
20/2	Calottenfragment	249,00	13,500	5,420
20/3	Rippe	252,52	18,640	7,380
22	Rippe	254,00	13,470	5,300
23	Rippe	250,00	8,140	3,260
35	Rippe	250,90	4,660	1,860
35 nochmal	Rippe	247,95	3,510	1,420
45	Rippe	252,61	2,150	0,850
46	Rippe	250,82	12,700	5,060
51	Rippe	252,10	2,570	1,020
54	Rippe	250,00	2,210	0,880
57	Rippe	251,00	7,450	2,970
57	Rippe	252,02	9,490	3,770
62	Rippe	250,80	18,410	7,340
65	Rippe	252,94	5,300	2,100
67	Rippe	248,34	9,050	3,600
70	Rippe	249,43	10,200	4,090
72	Rippe	251,70	4,580	1,820
76	Rippe	251,50	8,240	3,280
76 nochmal	Rippe	258,97	10,420	4,020
79	Rippe	248,50	11,190	4,500
81	Rippe	256,00	4,720	1,840
86	Rippe	250,60	1,900	0,760
94	Rippe	249,20	14,580	5,850
95	Rippe	248,40	6,260	2,520
106	Rippe	250,50	6,990	2,790
108/3	Rippe	250,30	17,500	6,990
115	Rippe	255,00	7,380	2,890
117	Rippe	250,72	12,990	5,180
127/3	Rippe	257,00	13,210	5,140
131	Rippe	250,00	16,350	6,540
152	Rippe	250,00	5,690	2,280
167/1	Rippe	252,00	13,430	5,330
167/2	Rippe	248,00	25,110	1,010
167/3	Rippe	256,00	7,590	2,950
169/2	Rippe	257,00	14,350	5,580
174	Rippe	251,38	5,300	2,110
183/1	Rippe	254,00	5,630	2,220
183/2	Rippe	253,64	13,850	5,460
188	Rippe	257,00	11,850	4,610
192	Rippe	253,00	7,710	3,050
198	Rippe	253,52	17,920	7,070

Bef. Nr.	Skelettelement	Einwaage Knochenmehl (mg)	Ausbeute Lyophilisat (mg)	Ausbeute in % der Einwaage
200	Rippe	249,48	8,600	3,450
205	Rippe	253,00	16,670	6,590
212	Rippe	249,81	6,490	2,600
214/1	Phalanx	248,00	10,040	4,050
225	Rippe	251,54	5,240	2,080
226	Rippe	259,36	21,490	8,290
227	Rippe	258,08	9,880	3,830
228	Rippe	255,93	9,030	3,530
		<b>Mittelwert</b>	<b>10,03</b>	<b>3,81</b>
		<b>Median</b>	<b>9,49</b>	<b>3,60</b>
		<b>Standardabweichung</b>	<b>5,18</b>	<b>2,92</b>
		<b>Mittelwert (Korrektur)</b>	<b>11,256</b>	<b>4,06</b>
		<b>Median (Korrektur)</b>	<b>9,955</b>	<b>3,45</b>
		<b>Standardabweichung (Korrektur)</b>	<b>5,250</b>	<b>2,16</b>

**Tabelle 12:** Angegeben ist die Ausbeute an Kollagen der tierischen Knochenproben aus Unterigling (n=15). Am Ende der Tabelle befinden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen vor und nach der Korrektur (Auslesekriterien vgl. Kap. 4.1.4).

Bef. Nr.	Spezies	Skelettelement	Einwaage Knochenmehl (mg)	Ausbeute Lyophilisat (mg)	Ausbeute in % der Einwaage
2001/2428 67865D	Pferd	Cranium	251,26	0,320	0,130
2001/2428 67865D	Schaf/Ziege	Mandibula re	249,77	5,650	2,260
2001/2428 67856D	Schwein	Scapula li	251,35	7,120	2,830
2003/3388 44521E	Schwein	Humerus li	248,78	2,320	0,930
2001/2428 67865D	Rind	Metatarsus li	249,90	1,720	0,690
2003/3268 89636D	Rind	Metatarsus	250,02	1,220	0,490
2003/3388 44521E	Rind	Tibia re	251,08	5,050	2,010
2003/3320 89650D	Pferd	Radius re	262,11	0,710	0,270
2003/3323 44507D	Schwein	Tibia	258,78	7,520	2,910
2003/1947 89980D	Schwein	Cranium	255,84	3,550	1,390
2003/3320 89650D	Rind	Rippe	257,53	1,340	0,520
2003/1947 89980D	Rind	Metatarsus	250,18	3,100	1,240
2003/3323 44507D	Schaf/Ziege	Tibia li	249,64	0,780	0,310
2000/2163 67189D	Schaf/Ziege	Scapula	258,66	22,740	8,790
2003/1947 89980D	Schaf/Ziege	Radius li	250,29	2,660	1,063

<b>Bef. Nr.</b>	<b>Spezies</b>	<b>Skelettelement</b>	<b>Einwaage Knochenmehl (mg)</b>	<b>Ausbeute Lyophilisat (mg)</b>	<b>Ausbeute in % der Einwaage</b>
			<b>Mittelwert</b>	<b>4,387</b>	<b>1,722</b>
			<b>Median</b>	<b>2,660</b>	<b>1,063</b>
			<b>Standardabweichung</b>	<b>5,39</b>	<b>2,082</b>
			<b>Mittelwert (Korrektur)</b>	<b>5,959</b>	<b>3,943</b>
			<b>Median (Korrektur)</b>	<b>3,100</b>	<b>2,360</b>
			<b>Standardabweichung (Korrektur)</b>	<b>6,981</b>	<b>3,767</b>

## C- und N-Gehalt in Gewichtsprozent und molares C/N-Verhältnis

Von den 55 menschlichen Knochenproben des Gräberfeldes von Unterigling konnten nur 25 (45%) einer Interpretation hinsichtlich der Erstellung eines Nahrungsnetzes unterzogen werden. Bei den restlichen Proben waren Abweichungen im C/N-Verhältnis oder in den C- und N-Konzentrationen festzustellen, weswegen sie ausgesondert werden musste. Das C/N-Verhältnis wurde in einem Bereich von 2,9-3,6 „akzeptiert“. Die Gewichtsprozent des Kohlenstoffs durften zwischen 44-46%, jene des Stickstoffs zwischen 14-16% schwanken. Bei Abweichungen von einem der drei Richtwerte wurde die betreffende Probe ausgesondert.

In Tabelle 13 sind alle 55 menschlichen Knochenproben aufgeführt, von welchen Kollagen extrahiert werden konnte, einschließlich jener, welche die Qualitätskriterien nicht erfüllten.

Von den 15 tierischen Knochenproben konnten nur 8 (53%) in die Auswertung einbezogen werden (Tabelle 14).

**Tabelle 13:** Angegeben sind die Gewichtsprozent von N und C, sowie das molare C/N-Verhältnis der menschlichen Knochenproben aus Unterigling (n=55). Die  $\delta^{15}\text{N}$ - und  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte sind hier ebenfalls bereits angegeben. Am Ende der Tabelle befinden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen vor und nach der Korrektur (Auslese Kriterien vgl. Kap. 4.1.4).

Bef. Nr.	Skelettelement	%N	%C	C/N	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$
1	Rippe	10,354	33,736	3,801	8,76	-19,83
3	Rippe	16,574	46,492	3,273	11,770	-19,120
5	Rippe	6,074	21,436	4,117	8,17	-21,13
5	Rippe	7,626	21,209	3,245	7,710	-20,130
6	Rippe	47,941	136,147	3,313	8,160	-19,770
16/2	Rippe	10,069	30,736	3,561	10,79	-20,97
20/2	Calottenfr.	10,369	33,137	3,728	9,62	-19,64
20/3	Rippe	12,26	37,196	3,54	9,16	-19,81
22	Rippe	12,25	39,884	3,798	10,43	-19,34
23	Rippe	16,123	49,352	3,571	8,34	-19,59
35	Rippe	13,498	65,48	5,66	8,59	-23,05
35 nochmal	Rippe	12,535	32,134	2,991	12,55	-18,03
45	Rippe	8,089	22,796	3,288	8,690	-19,670
46	Rippe	13,743	38,176	3,241	9,110	-19,660
51	Rippe	14,979	46,498	3,622	8,57	-20,14
54	Rippe	14,129	41,173	3,4	8,57	-20,91
57	Rippe	9,903	30,626	3,608	9,16	-20,3
57	Rippe	12,405	35,111	3,302	9,770	-19,860
62	Rippe	12,672	39,198	3,609	9,1	-20
65	Rippe	12,838	35,921	3,264	9,290	-19,330
67	Rippe	3,902	12,810	3,830	7,940	-21,490
70	Rippe	14,701	42,127	3,343	8,480	-20,180
72	Rippe	9,64	29,78	3,604	9,49	-19,99
76	Rippe	12,028	66,371	6,438	8,48	-2,2
76 nochmal	Rippe	12,39	34,725	3,27	10,01	-19,02
79	Rippe	12,414	37,346	3,51	10,1	-19,82
81	Rippe	14,321	43,593	3,551	9,91	-20,64
86	Rippe	11,401	34,71	3,552	9,02	-19,47
94	Rippe	12,571	37,614	3,491	8,19	-20,36
95	Rippe	12,097	36,746	3,544	8,24	-19,51

Bef. Nr.	Skelettelement	%N	%C	C/N	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$
106	Rippe	12,84	38,535	3,501	8,38	-19,52
108/3	Rippe	10,523	31,459	3,488	9,29	-20
115	Rippe	16,204	46,346	3,337	9,65	-19,33
117	Rippe	9,751	26,415	3,160	7,920	-19,670
127/3	Rippe	8,145	25,503	3,653	8,38	-20,59
131	Rippe	17,207	51,306	3,479	9,1	-19,8
152	Rippe	11,219	31,789	3,306	7,93	-20,62
167/1	Rippe	10,995	33,532	3,558	9,41	-18,97
167/2	Rippe	13,024	40,718	3,648	9,93	-19,94
167/3	Rippe	11,12	35,707	3,746	8,14	-20,26
169/2	Rippe	9,357	28,351	3,535	8,87	-19,84
174	Rippe	13,374	39,968	3,487	13,23	-19,34
183/1	Rippe	12,394	38,584	3,632	9,49	-19,79
183/2	Rippe	13,189	40,893	3,617	8,78	-19,78
188	Rippe	9,871	31,9	3,771	8,03	-20,37
192	Rippe	13,891	43,086	3,619	10,14	-19,52
198	Rippe	13,59	42,029	3,608	10,57	-19,47
200	Rippe	14,481	40,815	3,288	9,320	-20,130
205	Rippe	11,956	36,907	3,601	9,67	-19,96
212	Rippe	14,349	40,954	3,330	10,090	-19,970
214/1	Phalanx	9,48	28,548	3,513	8,49	-20,83
225	Rippe	14,809	41,804	3,293	10,940	-19,270
226	Rippe	15,567	48,071	3,603	10,53	-19,85
227	Rippe	14,897	62,901	4,926	9,470	-23,520
228	Rippe	11,128	32,253	3,381	8,620	-20,350
	<b>Mittelwert</b>	<b>12,79</b>	<b>39,47</b>	<b>3,62</b>		
	<b>Median</b>	<b>12,41</b>	<b>37,35</b>	<b>3,54</b>		
	<b>Standardab.</b>	<b>5,43</b>	<b>16,42</b>	<b>0,55</b>		
	<b>Mittelwert (Korrektur)</b>	<b>12,278</b>	<b>37,869</b>	<b>3,471</b>		
	<b>Median (Korrektur)</b>	<b>13,89</b>	<b>40,95</b>	<b>3,51</b>		
	<b>Standardab. (Korrektur)</b>	<b>2,55</b>	<b>8,98</b>	<b>0,68</b>		

**Tabelle 14:** Angegeben sind die Gewichtsprozent von N und C, sowie das molare C/N-Verhältnis der tierischen Knochenproben aus Unterigling (n=15). Die  $\delta^{15}\text{N}$ - und  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte sind hier ebenfalls bereits angegeben. Am Ende der Tabelle befinden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen vor und nach der Korrektur (Auslese Kriterien vgl. Kap. 4.1.4).

Bef. Nr.	Spezies	Skelettelement	N (%)	C (%)	C/N molar	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$
2001/2428 67865D	Pferd	Cranium	5,565	16,897	3,543	3,99	-23,29
2003/3320 89650D	Pferd	Radius re	9,016	21,406	2,77	6,26	-22,48
2001/2428 67865D	Schaf/Ziege	Mandibula re	12,693	40,697	3,741	8,38	-22,05
2003/3323 44507D	Schaf/Ziege	Tibia re	6,415	16,811	3,057	6,85	-21,68
2000/2163 67189D	Schaf/Ziege	Scapula	20,596	60,413	3,422	7,12	-20,9
2003/1947 89980D	Schaf/Ziege	Radius li	11,079	33,315	3,508	6,44	-21,15

Bef. Nr.	Spezies	Skelettelement	N (%)	C (%)	C/N molar	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$
2001/2428 67856D	Schwein	Scapula li	13,499	43,544	3,763	6,59	-20,89
2003/3388 44521E	Schwein	Humerus li	12,456	37,056	3,471	8,77	-21,51
2003/3323 44507D	Schwein	Tibia	13,269	40,528	3,564	7,23	-20,67
2003/1947 89980D	Schwein	Cranium	11,589	34,32	3,455	7,28	-20,79
2001/2428 67865D	Rind	Metatarsus li	11,947	35,279	3,445	6,9	-21,69
2003/3268 89636D	Rind	Metatarsus	11,474	39,056	3,971	6,82	-22,26
2003/3388 44521E	Rind	Tibia re	11,169	37,775	3,946	4	-22,14
2003/3320 89650D	Rind	Rippe	9,395	28,914	3,59	5,57	-21,45
2003/1947 89980D	Rind	Metatarsus	12,766	37,286	3,408	6,010	-21,28
		<b>Mittelwert</b>	<b>11,53</b>	<b>34,89</b>	<b>3,51</b>		
		<b>Median</b>	<b>11,59</b>	<b>37,06</b>	<b>3,51</b>		
		<b>Standardab.</b>	<b>3,33</b>	<b>10,64</b>	<b>0,30</b>		
		<b>Mittelwert (Korrektur)</b>	<b>10,18</b>	<b>32,23</b>	<b>3,18</b>		
		<b>Median (Korrektur)</b>	<b>11,47</b>	<b>37,06</b>	<b>3,51</b>		
		<b>Standardab. (Korrektur)</b>	<b>2,95</b>	<b>9,34</b>	<b>1,19</b>		

### Ergebnisse der Aminosäureanalyse

Durch die Aminosäureanalyse sollte zum einen die prozentuale Verteilung der unterschiedlichen im Kollagen enthaltenen Aminosäuren und zum anderen der Anteil an Aminosäuren in der Probe pro 100 mg Lyophilisat (in nmol) bestimmt werden.

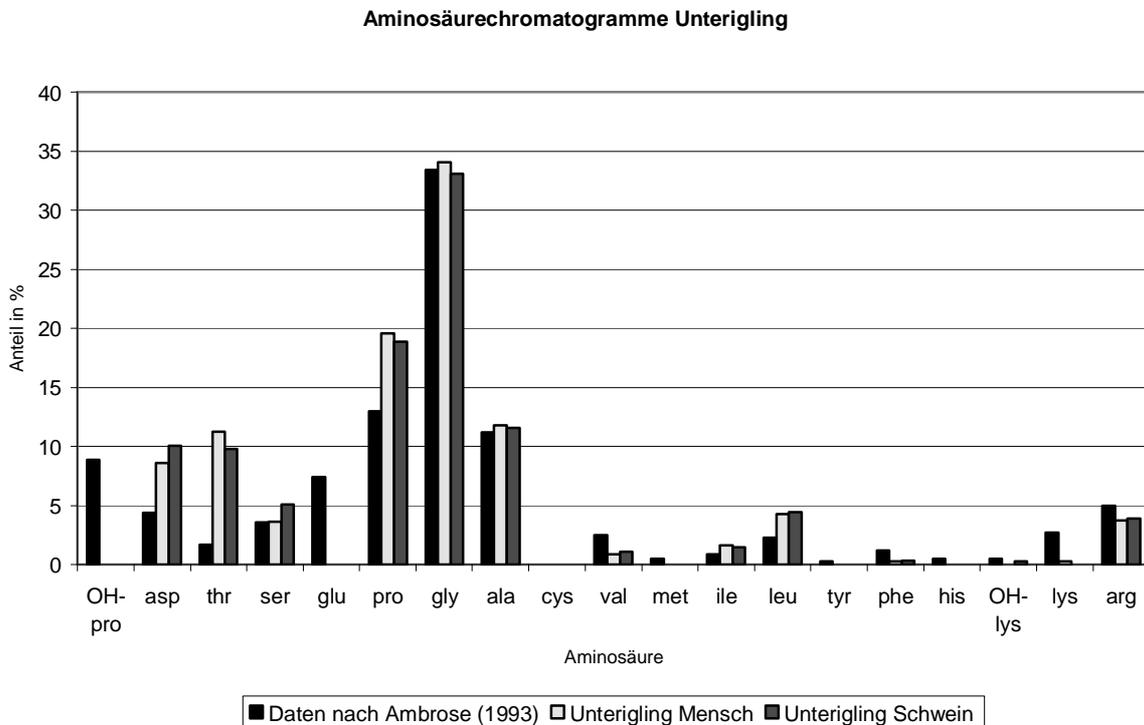
Zur Untersuchung kamen vier menschliche und drei tierische Knochenproben von Unterigling-Loibachanger.

Aufgrund technischer Schwierigkeiten - „laborbedingte“ Probleme bei der Kalibrierung der Aminosäurechromatogramme, evtl. auch Qualitätseinbußen des Standards - (persönliche Mitteilung von Frau Dipl.-Biol. Angela Hilz, Department Biologie I, Fakultät für Biologie, Bereich Biodiversitätsforschung/Anthropologie der LMU München, 2006), gelang es leider nicht, die prozentuale Aminosäureverteilung sowie den Aminosäureanteil am Lyophilisat verlässlich zu bestimmen.

Daher wurden die gewonnenen Aminosäureprofile mit Aminosäurechromatogrammen aus der Literatur (Ambrose, 1993) verglichen (Abb. 39). Auf diese Weise konnte zumindest festgestellt werden, dass die untersuchten Lyophilisate eine vergleichbare Verteilung wichtiger Aminosäuren und kollagentypische Aminosäureprofile zeigten.

Exemplarisch für die untersuchten Aminosäureprofile sind in Abbildung 39 jene eines menschlichen Individuums („U.1“) und eines Schweins („U.01/2428“) aus Unterigling, sowie die Literaturdaten für

rezentes Knochenkollagen nach Ambrose (1993) aufgetragen. Es ist zu erkennen, dass die untersuchten Proben ein vergleichbares Profil wie der Standard nach Ambrose (1993) aufwiesen, so dass sie ohne Bedenken in die Auswertung einbezogen werden konnten.



**Abb. 39:** Verteilung der Aminosäuren im Kollagen von rezemtem Knochenmaterial (nach Ambrose, 1993), sowie einer historischen menschlichen Knochenprobe und einer historischen Knochenprobe eines Schweins aus Unterigling

### $\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{15}\text{N}$ Werte im Kollagen

Wie aus Tabelle 15 und Abbildung 40 ersichtlich lagen die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der erwachsenen Individuen aus Unterigling zwischen 8,19‰ und 10,94‰. Die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte lagen zwischen -19,27‰ und -20,91‰. Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der kindlichen Individuen aus Unterigling waren mit 9,10‰ bis 13,23‰ erwartungsgemäß überwiegend höher als jene der erwachsenen (Tabelle 16). Gestillte Kinder weisen die höchsten  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte in einer Bevölkerung auf, da laktierende Säugetiere einen Trophiestufeneffekt in sich selbst produzieren, weswegen die Muttermilch mit  $^{15}\text{N}$  angereichert ist (Grupe et al., 2005). Dies dürfte zumindest auf die Individuen „U. 174“ und „U. 3“ sicher anzuwenden sein.

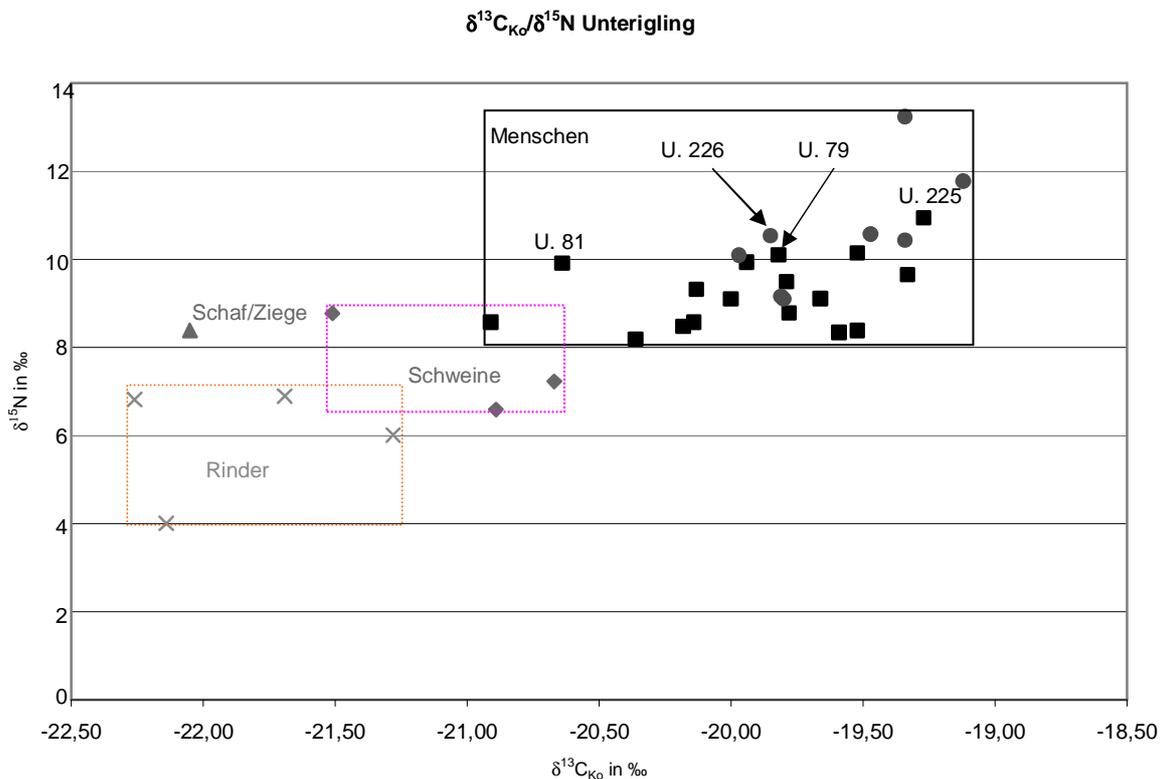
Die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der Kinder waren ähnlich zu jenen der erwachsenen Individuen.

Wichtig bei der Analyse der stabilen Isotope ist, dass die  $\delta$ -Werte individualtypisch sind, und so Aussagen bzgl. der Ernährung jedes Individuums getroffen werden können. Zu erwähnen sei an dieser Stelle, dass die auswertbaren erwachsenen Individuen aus der Separatgrablege („U.79“, „U.81“, „U.225“) etwas höhere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aufwiesen als die erwachsenen Individuen aus dem Hauptgräberfeld. Aufgrund ihrer höheren sozialen Stellung hatten sie möglicherweise besseren

Zugang zu tierischem Protein. Dies wurde auch schon für andere privilegierte Bevölkerungsschichten beobachtet (Grupe, 1990).

In Tabelle 17 sind die  $\delta^{13}\text{C}$ - und  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der untersuchten Tiere aus Unterigling aufgelistet. Es handelte sich um ein als „Schaf/Ziege“ bestimmtes Tier, drei Schweine und vier Rinder.

Abbildung 40 zeigt das anhand der Isotopensignaturen erstellte „Nahrungsnetz“ für Unterigling.



**Abb. 40:** Nahrungsnetz der menschlichen und tierischen Individuen aus Unterigling. Innerhalb der Menschen wird zwischen Erwachsenen (■) und Kindern (rote ○) unterschieden, Individuen der Separatgrablage sind eigens gekennzeichnet.

Anhand Abbildung 40 wird deutlich, dass die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte zweier Kinder im oberen Bereich jener der Erwachsenen bzw. höher lagen. Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Rinder lagen eine Trophiestufe unterhalb der Menschen. Dies weist darauf hin, dass das Rind als Hauptfleischlieferant diente, was auch durch die archäozoologischen Auswertungen bestätigt wurde (Meier, 2005; persönliche Mitteilung von Frau Susanne Bischler M.A.; Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin der LMU München, 2005).

Die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte lassen auf eine Ernährung mit  $\text{C}_3$ -Pflanzen schließen.

Das Nahrungsnetz wird in Kap. 5.2.1 im direkten Vergleich zu Kelheim und Zeholfing noch ausführlich diskutiert werden.

Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Schweine lagen knapp über jenen der Rinder, aber teilweise deutlich unter jenem von Schaf und/oder Ziege. Zwei der Schweine ernährten sich also herbivorer, als Schaf/Ziege. Möglicherweise wurde mit vegetabilen Küchenabfällen zugefüttert.

Die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der Tiere weisen auf eine Ernährung mit  $\text{C}_3$ -Pflanzen, (Laub, Büsche) hin, wie es für Boviden typisch ist (Grupe et al., 2005). Da die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte der Unteriglinger Rinder etwas negativer sind als zu erwarten gewesen wäre, kann vermutet werden, dass sie auf so genannten Waldweiden gehalten wurden. Solche negativere  $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte werden normalerweise bei Tieren in dicht bewaldeten Habitaten (z.B. Rothirsch, Reh) nachgewiesen. Man spricht vom so genannten „Baldachin-Effekt“. Bei dichter Waldvegetation weisen die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte im Kollagen des Konsumenten negativere Werte auf (van der Merwe & Medina, 1991) (vgl. S.18 f.). Ein echter Baldachin-Effekt kommt bei den Rindern dennoch nicht zum Tragen. Auch das als „Schaf/Ziege“ bestimmte Tier könnte, betrachtet man seine  $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte, auf einer Waldweide gehalten worden sein.

Die Analyse der stabilen Kohlenstoff- und Stickstoffisotope lieferte zwei wesentliche Informationen über die Bevölkerung von Unterigling:

Zum einen wurden zumindest ein Teil der Säuglinge gestillt. Dies trifft auf zwei Kinder („U. 3“: 3a; „U. 174“: 6-12 Monate) zu. Drei weitere Säuglinge wiesen Isotopensignaturen auf, welche im Bereich jener der Erwachsenen lagen („U. 198“: 6-12 Monate; „U. 131“ und „U. 212“: neonat). Die übrigen untersuchten Kinder zeigten ähnliche  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte wie die Erwachsenen. Diese Werte lassen die Vermutung zu, dass sich die Kinder und die Erwachsenen in ähnlicher Weise ernährten.

Ein zweiter wichtiger Punkt sind die Bestattungen der Separatgrablege. Sie erhielten offenbar besseren Zugang zu tierischem Protein, was anhand der erhöhten  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte deutlich wird. Auch das vierjährige Kind („U. 226“) wies einen relativ hohen Wert auf. Diese Ergebnisse bestätigen die Hypothese, dass es sich bei den Bestatteten der Separatgrablege um eine privilegierte Bevölkerungsschicht handelte.

**Tabelle 15:** Angegeben sind die  $\delta^{15}\text{N}$ - und  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der erwachsenen Individuen der Bevölkerung von Unterirgling (n=17). Berechnet wurden auch der Mittelwert, Median und die Standardabweichung.

Grab Nr.	Geschlecht	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$
23	m	8,34	-19,59
46	w	9,11	-19,66
51	m	8,57	-20,14
54	w?	8,57	-20,91
62	m	9,10	-20,00
70	w	8,48	-20,18
79	m	10,10	-19,82
81	n.d.	9,91	-20,64
94	w?	8,19	-20,36
106	m	8,38	-19,52
115	m	9,65	-19,33
167/2	w	9,93	-19,94
183/1	m	9,49	-19,79
183/2	w	8,78	-19,78
192	m	10,14	-19,52
200	m?	9,32	-20,13
225	m	10,94	-19,27
	<b>Mittelwert</b>	<b>9,24</b>	<b>-19,92</b>
	<b>Median</b>	<b>9,11</b>	<b>-19,82</b>
	<b>Standardab.</b>	<b>0,77</b>	<b>0,43</b>

**Tabelle 16:** Angegeben sind die  $\delta^{15}\text{N}$ - und  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der kindlichen Individuen der Bevölkerung von Unterirgling (n=8). Berechnet wurden auch der Mittelwert, Median und die Standardabweichung.

Grab Nr.	Alter	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$
3	3a	11,77	-19,12
20/3	7a	9,16	-19,81
22	7a	10,43	-19,34
131	neonat	9,10	-19,80
174	6-12 Monate	13,23	-19,34
198	6-12 Monate	10,57	-19,47
212	neonat	10,09	-19,97
226	4a	10,53	-19,85
	<b>Mittelwert</b>	<b>10,61</b>	<b>-19,59</b>
	<b>Median</b>	<b>10,48</b>	<b>-19,64</b>
	<b>Standardab.</b>	<b>1,27</b>	<b>0,29</b>

**Tabelle 17:** Angegeben sind die  $\delta^{15}\text{N}$ - und  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der tierischen Knochenfunde aus Unterirgling (n=8). Berechnet wurden auch der Mittelwert, der Median und die Standardabweichung.

Bef. Nr.	Spezies	Skelettelement	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$
2001/2428 67865D	Schaf/Ziege	Mandibula re	8,38	-22,05
2001/2428 67856D	Schwein	Scapula li	6,59	-20,89
2003/3388 44521E	Schwein	Humerus li	8,77	-21,51
2003/3323 44507D	Schwein	Tibia	7,23	-20,67
		<b>Mittelwert</b>	<b>7,53</b>	<b>-21,02</b>
		<b>Median</b>	<b>7,23</b>	<b>-20,89</b>
		<b>Standardab.</b>	<b>0,91</b>	<b>0,36</b>
2001/2428 67865D	Rind	Metatarsus li	6,9	-21,69
2003/3268 89636D	Rind	Metatarsus	6,82	-22,26
2003/3388 44521E	Rind	Tibia re	4	-22,14
2003/1947 89980D	Rind	Metatarsus	6,01	-21,28
		<b>Mittelwert</b>	<b>5,93</b>	<b>-21,84</b>
		<b>Median</b>	<b>6,42</b>	<b>-21,92</b>
		<b>Standardab.</b>	<b>1,17</b>	<b>0,39</b>

#### 4.1.5 Ergebnisse der Karbonat-Extraktion/Isotopenanalyse

Die Analyse stabiler Kohlenstoffisotope aus der Karbonatfraktion des Knochens dient der Erfassung aller Nahrungskomponenten, um Rückschlüsse auf Kohlenhydrate und Fette in der Nahrung ziehen zu können (Ambrose & Norr, 1993). Anhand der Sauerstoffisotopensignatur konnten beispielsweise Migrationen von Bevölkerungen nachgewiesen werden (White et al., 1998; Dupras & Schwarcz, 2001). Im Fall von Unterigling war es wichtig zu erfahren, ob die Tiere von dort stammten oder ortsfremd waren. So können Rückschlüsse auf einen eventuellen Handel gezogen werden.

Auch für die Karbonat-Untersuchung standen projektbedingt nur Stichproben zur Verfügung. Dies galt sowohl für die menschlichen als auch für die tierischen Individuen aller untersuchten Gräberfelder.

#### Ausbeute an Karbonat

10 menschliche und 10 tierische Knochenfunde wurden einer Karbonatextraktion unterzogen. Die tierischen Knochenproben stammten von zwei Pferden, vier Rindern, zwei Schweinen und zwei als „Schaf/Ziege“ bestimmten Individuen.

Die Ausbeute an Lyophilisat lag bei den menschlichen Knochenproben zwischen 36,70mg und 72,84mg (Tabelle 18).

Im Falle der Tierknochenproben lag die Ausbeute an Lyophilisat zwischen 57,45mg und 69,44mg (Tabelle 19).

**Tabelle 18:** Angegeben ist die Ausbeute an Karbonat der menschlichen Knochenproben aus Unterigling (n=10). Am Ende der Tabelle befinden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und der Standardabweichungen.

Bef. Nr.	Skelettelement	Einwaage Knochenmehl (mg)	Ausbeute Lyophilisat (mg)	Ausbeute in % der Einwaage
U. 35	Rippe	102,73	72,84	70,90
U. 62	Rippe	101,13	50,54	49,98
U. 76	Rippe	101,81	55,52	54,53
U. 79	Rippe	104,66	56,70	54,18
U. 94	Rippe	102,12	52,91	51,82
U. 108/3	Rippe	101,01	36,70	36,33
U. 127/3	Rippe	102,53	56,44	55,05
U.155	Rippe	102,30	52,20	51,03
U. 188	Rippe	101,60	56,20	55,31
U. 214/1	Phalanx	100,38	37,94	52,00
		<b>Mittelwert</b>	<b>52,80</b>	<b>53,24</b>
		<b>Median</b>	<b>54,22</b>	<b>53,09</b>
		<b>Standardab.</b>	<b>9,67</b>	<b>7,92</b>

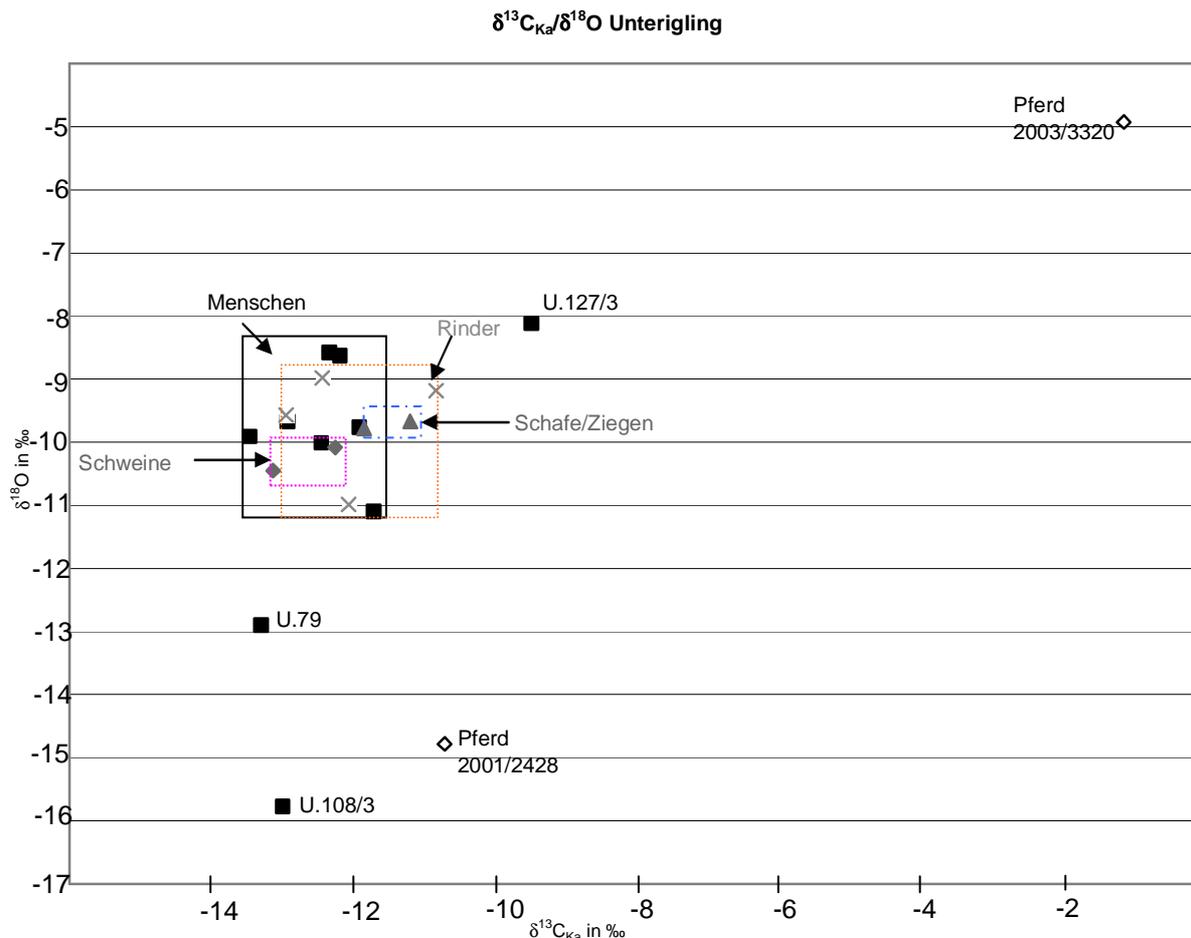
**Tabelle 19:** Angegeben ist die Ausbeute an Karbonat der tierischen Knochenproben aus Unterigling (n=10). Am Ende der Tabelle befinden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und der Standardabweichungen.

<b>Bef. Nr.</b>	<b>Spezies</b>	<b>Skelettelement</b>	<b>Einwaage Knochenmehl (mg)</b>	<b>Ausbeute Lyophilisat (mg)</b>	<b>Ausbeute in % der Einwaage</b>
2001/2428 67865D	Pferd	Cranium	100,56	62,64	62,29
2003/3320 89650D	Pferd	Radius re	101,72	69,44	68,27
2001/2428 67865D	Rind	Metatarsus li	102,46	67,07	65,46
2003/3268 89636D	Rind	Metatarsus	100,41	63,52	63,26
2003/3388 44521E	Rind	Tibia re	100,78	63,42	62,93
2003/3320 89650D	Rind	Rippe	99,46	57,94	58,25
2001/2428 67865D	Schaf/Ziege	Mandibula re	101,98	57,45	56,33
2003/3323 44507D	Schaf/Ziege	Tibia li	101,66	61,30	60,30
2001/2428 67856D	Schwein	Scapula li	102,46	63,41	61,89
2003/3388 44521E	Schwein	Humerus li	100,66	61,48	61,08
			<b>Mittelwert</b>	<b>62,77</b>	<b>62,01</b>
			<b>Median</b>	<b>63,03</b>	<b>62,09</b>
			<b>Standardab</b>	<b>3,46</b>	<b>3,22</b>

### $\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{18}\text{O}$ -Werte im Karbonat

Von drei der 10 menschlichen Knochenproben, aus welchen Karbonat extrahiert wurde, hatte auswertbares Kollagen extrahiert werden können. Somit konnte für drei Individuen aus Unterirgling der  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert berechnet werden (Tabelle 20). Die  $\delta^{13}\text{C}$ -Signatur im Karbonat war hier durchschnittlich um 6,50‰ angereicherter als im Kollagen.

Aus Tabelle 21 sind die  $\delta^{13}\text{C}$  und  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte aus dem Karbonat der Tiere ersichtlich, sowie, wenn möglich, der  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert.



**Abb. 41:**  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ - und  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte des Karbonats verschiedener menschlicher und tierischer Knochenfunde aus Unterirgling

Abbildung 41 zeigt, dass der Großteil der Menschen und Tiere aus dem gleichen Gebiet, das heißt aus Unterirgling, stammte. Der  $\delta^{18}\text{O}$ -Wert meteorischen Wassers in der Region des heutigen Unterirgling beträgt -8,88‰ (<http://wateriso.eas.purdue.edu/waterisotopes>), ist also vergleichbar mit den Werten eines Großteils der untersuchten Individuen (Menschen und Tiere). Drei menschliche Individuen stammten offensichtlich aus anderen Gebieten, darunter auch ein Individuum aus der Separatgrablege („U. 79“). Diese Beobachtung spricht für die Theorie, dass sich die Herrscherfamilie nicht ständig in einem Gebiet aufhielt, sondern zwischen mehreren „Herrschaftssitzen“ pendelte (Meier & Eibl, in Vorb.) bzw. später zuzog. Diese Beobachtungen wurden auch schon für andere mittelalterliche Bevölkerungen gemacht (Großmehring; Gaugler, 2006).

Interessant sind die Werte der Pferde, welche offensichtlich beide nicht aus Unterigling stammten. Pferd „2001/2428“ kam gemäß seiner  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte aus einer kälteren Gegend, verzehrte aber  $\text{C}_3$ -Pflanzen der gleichen  $\delta^{13}\text{C}$ -Signatur wie die Menschen und Tiere aus Unterigling. Pferd „2003/3320“ stammte aus einer wärmeren Gegend als Unterigling und fraß offensichtlich eine Mischkost aus  $\text{C}_3$ - und  $\text{C}_4$ -Pflanzen. Die Lage Unteriglings nahe der *Via Claudia* legt die Vermutung nahe, dass die Pferde zumindest durch Unterigling hindurch getrieben wurden. Die *Via Claudia (Augusta)* führte von Venedig über Trient, Bozen, Meran über den Reschenpass nach Augsburg. Sie war eine der wichtigsten Handelsstraßen der Römer, welche auch im frühen Mittelalter noch Bestand hatte (Meier & Eibl, in Vorb.). Die heutigen  $\delta^{18}\text{O}$ -Isotopensignaturen der betreffenden Orte (<http://wateriso.eas.purdue.edu/waterisotopes>) können nur einen ungefähren Anhaltspunkt für die damals herrschenden Bedingungen geben. Eine genaue Übereinstimmung ist nicht möglich, da sich Temperaturschwankungen auf die als sehr klimasensitiv geltenden  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte auswirken (Hoefs, 1997).

Das Pferd „2001/2428“ könnte aus alpinen Regionen, beispielsweise der Gegend des heutigen Südtirol/Tirol gekommen sein. Pferd „2003/3320“ könnte aufgrund seiner abweichenden Ernährung und der  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte, welche auf eine besonders warme Gegend hinweisen, womöglich sogar aus Süditalien stammen.

Ob es sich bei dem Ort Unterigling um einen Schlacht- oder Handelsplatz von Pferden handelte (persönliche Mitteilung von Herrn Dr. Thomas Meier, Institut für Vor- und Frühgeschichte und provinzialrömische Archäologie der LMU München, 2005), konnte bisher nicht sicher festgestellt werden.

Auch die beiden menschlichen Individuen „U. 79“ und „U. 108/3“ stammten aus kälteren, alpinen Gegenden, welche definitiv höher als Unterigling gelegen waren, sei es im deutschen, österreichischen oder italienischen Alpengebiet.

Die „Bandbreite“ der menschlichen und zum Teil tierischen  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte ist, wie erwähnt, auf die geographische Lage Unteriglings bzw. die Nähe der *Via Claudia* zurückzuführen. Möglicherweise trieben die Unteriglinger Handel mit anderen Populationen aus dem Alpenraum. Der Reschenpass bot eine der wenigen Möglichkeiten, die Alpen zu überqueren.

Die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte der untersuchten Tiere (Rinder, Schafe/Ziegen, Schweine) lassen anhand des Modells von Lee-Thorp et al. (1989a) auf eine (erwartungsgemäße) Ernährung mit  $\text{C}_3$ -Pflanzen schließen.

Die Schweine wiesen die am stärksten abgereicherten Werte auf, was auf einen höheren Fleisch- bzw. Fettanteil in der Nahrung schließen lassen könnte. Dies steht im Widerspruch zu den  $\delta^{15}\text{N}$ -Werten aus dem Knochenkollagen, wonach die Schweine eine niedrigere Trophiestufe aufwiesen und sich tendenziell herbivor ernährten. Ein Grund für den hohen Fettanteil könnte eine Art „Eichelmast“

gewesen sein. Eine Fütterung vorwiegend mit Eicheln würde einen hohen Fettgehalt der Nahrung und gleichzeitig eine geringere Trophiestufe erklären.

**Tabelle 20:** Angegeben sind die  $\delta^{13}\text{C}$ - und  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte, sowie, soweit vorhanden der  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert der menschlichen Individuen aus Unterigling (n =10). Am Ende der Tabelle befinden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen.

Bef. Nr.	Skelettelement	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$
U. 35	Rippe	-12,64	-8,63	-
U. 62	Rippe	-13,29	-9,67	6,71
U. 76	Rippe	-12,87	-10,01	-
U. 79	Rippe	-13,62	-12,90	6,20
U. 94	Rippe	-13,76	-9,91	6,60
U. 108/3	Rippe	-13,35	-15,77	-
U. 127/3	Rippe	-10,26	-8,12	-
U.155	Rippe	-12,22	-11,10	-
U. 188	Rippe	-12,40	-9,76	-
U. 214/1	Phalanx	-12,77	-8,58	-
	<b>Mittelwert</b>	<b>-12,72</b>	<b>-10,45</b>	<b>6,50</b>
	<b>Median</b>	<b>-12,82</b>	<b>-9,84</b>	<b>6,60</b>
	<b>Standardab.</b>	<b>0,95</b>	<b>2,20</b>	<b>0,22</b>

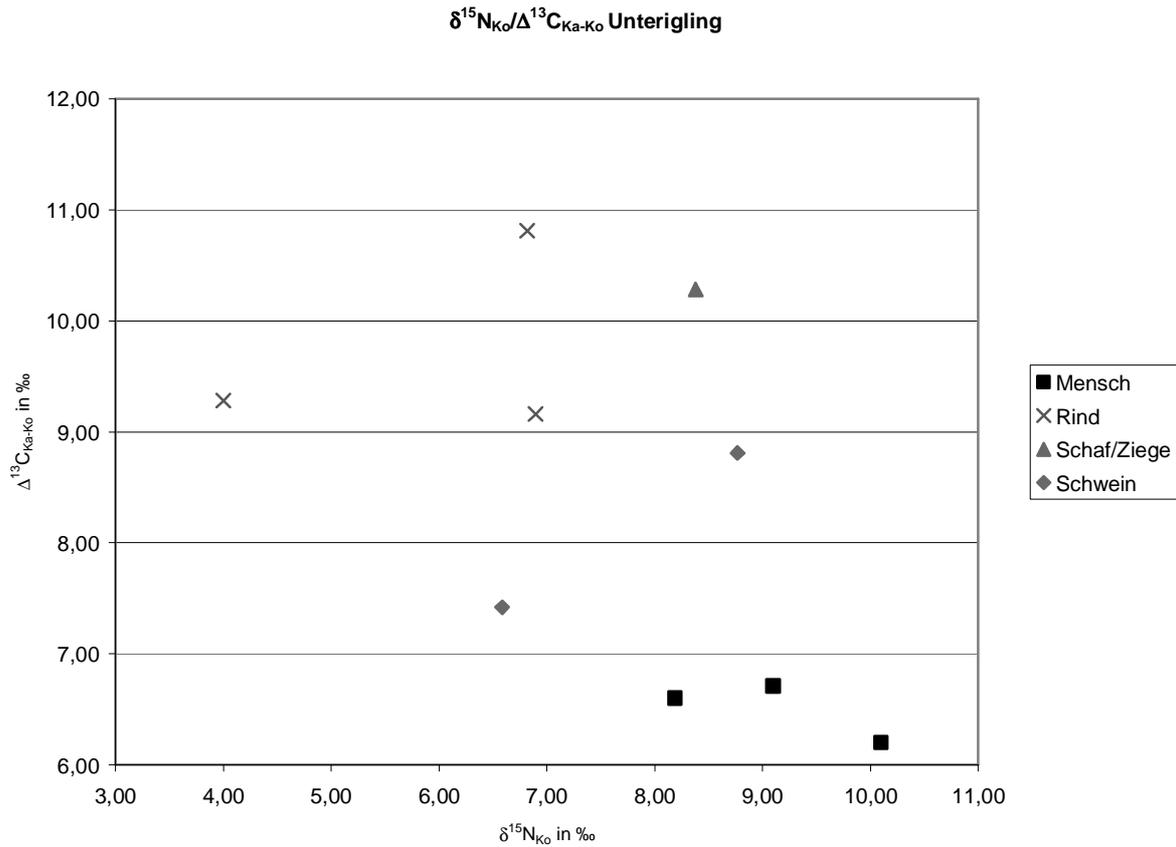
**Tabelle 21:** Angegeben sind die  $\delta^{13}\text{C}$ - und  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte, sowie, soweit vorhanden der  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert der tierischen Individuen aus Unterigling (n=10). Berechnet wurden auch die Mittelwerte, der Mediane und die Standardabweichungen.

Bef. Nr	Spezies	Skelettelement	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$
2001/2428 67865D	Pferd	Cranium	-11,34	-14,78	
2003/3320 89650D	Pferd	Radius re	-2,9	-4,93	
		<b>Mittelwert</b>	<b>-7,12</b>	<b>-9,86</b>	
		<b>Median</b>	<b>-7,12</b>	<b>-9,86</b>	
		<b>Standardab.</b>	<b>4,22</b>	<b>4,93</b>	
2001/2428 67865D	Rind	Metatarsus li	-12,53	-10,99	9,16
2003/3268 89636D	Rind	Metatarsus	-11,45	-9,18	10,81
2003/3388 44521E	Rind	Tibia re	-12,86	-8,98	9,28
2003/3320 89650D	Rind	Rippe	-13,31	-9,57	
		<b>Mittelwert</b>	<b>-12,54</b>	<b>-9,68</b>	<b>9,57</b>
		<b>Median</b>	<b>-12,7</b>	<b>-9,38</b>	<b>9,28</b>
		<b>Standardab.</b>	<b>0,69</b>	<b>0,79</b>	<b>0,75</b>
2001/2428 67865D	Schaf/Ziege	Mandibula re	-11,77	-9,67	10,28
2003/3323 44507D	Schaf/Ziege	Tibia li	-12,34	-9,78	
		<b>Mittelwert</b>	<b>-12,06</b>	<b>-9,73</b>	<b>10,28</b>
		<b>Median</b>	<b>-12,06</b>	<b>-9,73</b>	<b>10,28</b>

Bef. Nr	Spezies	Skelettelement	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$
		<b>Standardab.</b>	<b>0,28</b>	<b>0,05</b>	<b>0,00</b>
2001/2428 67856D	Schwein	Scapula li	-13,47	-10,45	7,42
2003/3388 44521E	Schwein	Humerus li	-12,7	-10,08	8,81
		<b>Mittelwert</b>	<b>-13,09</b>	<b>-10,27</b>	<b>8,12</b>
		<b>Median</b>	<b>-13,09</b>	<b>-10,27</b>	<b>8,12</b>
		<b>Standardab.</b>	<b>0,38</b>	<b>0,18</b>	<b>0,7</b>

### $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$

Von drei menschlichen Individuen, zwei Schweinen, einem als „Schaf/Ziege“ bestimmten Tier und drei Rindern konnte der  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert berechnet werden. In Abbildung 42 sind die berechneten  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte für jedes Individuum einzeln gegen die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aufgetragen. Erwartungsgemäß zeigten die menschlichen Individuen aus Unterigling, als Omnivore, die niedrigsten  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte. Die Schweine zeigten etwas höhere  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte. Da die Werte der beiden Schweine relativ weit auseinander lagen, war zu vermuten, dass eines der Schweine einen höheren Fettanteil in seiner Nahrung hatte, es wurde möglicherweise zu einem hohen Anteil mit Eicheln gefüttert. Die Werte der Rinder zeigen ebenfalls eine relativ große Spannweite von 9,16‰ bis 10,81‰. Auch das als „Schaf/Ziege“ bestimmte Tier wies mit 10,28‰ einen sehr hohen  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert auf. Die etwas angereicherten Werte der Boviden, könnten darauf zurückzuführen sein, dass es sich um Wiederkäuer handelte. Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte lassen einen Rückschluss auf die Trophiestufe zu, sie sind bei Omnivoren wie den Menschen und den Schweinen höher, als bei den sich herbivor ernährenden Rindern. Das als „Schaf/Ziege“ bestimmte Tier wies  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte von sich omnivor ernährenden Tieren auf. Der  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert war allerdings sehr hoch, was bedeutet, dass die Ernährung sehr fettarm war.



**Abb. 42:** Vergleich der  $\delta^{15}\text{N}$  und  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte der menschlichen und tierischen Individuen aus Unterigling

#### 4.1.6 Zusammenfassung

Zusammenfassend lassen sich die Unteriglinger als eine schwer arbeitende Bevölkerung charakterisieren, welche suboptimal versorgt war. Dies wird durch die hohe Anzahl an Mangelkrankungen und hypomineralisierten Ringen („Krisenringe“) im Zahnzement deutlich. Der Großteil der Verschleißerscheinungen lag im Bereich der Schulter- und Hüftgelenke, wie dies schon öfter bei mittelalterlichen (Land-)Bevölkerungen beobachtet wurde (Schultz, 1978).

Diese suboptimale Ernährungslage würde auch mit der Übersterblichkeit der Mädchen (= sozial unerwünschtes Geschlecht in einer patriarchalischen Gesellschaft), sowie der Tatsache, dass es sich um eine schrumpfende Gesellschaft handelte, obwohl der Ort an einem Handelsknotenpunkt lag, korrelieren.

Einige Individuen wiesen verstärkte arthrotische Veränderungen der Schultergelenke verbunden mit starken Muskelmarken am Humerus auf. Auch die Werte des Humerus Längen-Dicken-Index waren bei den Unteriglingern vergleichsweise hoch. Dies deutet darauf hin, dass einige Individuen - „haupt- oder nebenberuflich“ - als Schmied, Metzger, Lastenträger, Holzfäller oder Müller tätig waren (Schmidt, 1982), also in solchen Berufen, bei welchen die Schultern und Oberarme in verstärktem

Maße belastet wurden. Da es sich nur um einige der männlichen Individuen handelte, kann davon ausgegangen werden, dass es in Unterigling eine gewisse Arbeitsteilung gab, also nicht alle Individuen nur in der Landwirtschaft tätig waren.

Die Frauen waren, wie in der mittelalterlichen Gesellschaft üblich, im Haushalt tätig und führten Arbeiten wie beispielsweise das Mahlen von Mehl aus, was als körperlich sehr anstrengende Arbeit galt und die Schultergelenke belastete. Auch die Feldarbeit, das Antreiben der Ochsen, welche den Pflug zogen, sowie das Schneiden und Bündeln des Getreides können zu degenerativen Veränderungen der Schulter- und Hüftgelenke geführt haben.

Interessant war auch die Rolle der Individuen aus der Separatgrablege. Sie mussten nicht so schwere körperliche Arbeit leisten, wie der Rest der Bevölkerung, was sich am Gelenkstatus, sowie an den Indexwerten zeigte. Falls sie doch erhöhte Indexwerte, oder einen verstärkten Muskelansatz aufwiesen, könnte dies z.B. auf Tätigkeiten wie Schwertkampf oder Bogenschießen zurückzuführen sein.

Aus anthropologischer Sicht können die Individuen aus der Separatgrablege durchaus als eine privilegierte Bevölkerungsschicht gelten. Dafür spricht vor allem die vergleichsweise höhere Trophiestufe, welche auf eine bessere Versorgung mit tierischem Protein hindeutet. Die Tatsache, dass ein männliches Individuum aus der Separatgrablege nicht aus dem Raum Unterigling stammte, könnte ebenfalls dadurch erkennbar sein, dass er einer privilegierten Schicht angehörte, welche zwischen mehreren Adelssitzen pendelte oder erst später zuzog.

In welchem Maße die *Via Claudia* als Handelsstraße für Unterigling eine Rolle spielte, konnte nicht eindeutig festgestellt werden. Die  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte zweier Pferde deuten darauf hin, dass sie aus anderen Gebieten stammten, was für einen (Fern-)Handel spricht. Bei reger Handelstätigkeit wäre aber eine bessere (Nahrungs-)Versorgung der Unteriglinger zu postulieren. Möglicherweise handelte es sich ja bei dem Ort Unterigling eher um einen Rast- als einen echten Handelsplatz. So wurden vielleicht nur die kranken und schwachen Tiere in Unterigling zurückgelassen.

## 4.2 Kelheim

Das protostädtische Kelheim verfügte über mehrere Besonderheiten, welche sich sicherlich auf die Lebensverhältnisse der Bevölkerung auswirkten, da sich die Menschen den spezifischen Umweltbedingungen des von ihnen besiedelten Habitats anpassen (mussten) (Binder et al., 2006).

Kelheim war schon im frühen Mittelalter als Eisenverhüttungszentrum bekannt (Meier, 2005). Das Eisenerz wurde in den Albhochflächen der Schwäbischen und Fränkischen Alb abgebaut und - unter schwierigen Transportbedingungen - nach Kelheim gebracht (Engelhardt 1978, 1987; Meier, 2005), wo es in Schachtöfen verhüttet wurde. Diese Öfen befanden sich am Ufer der Donau, so dass das zur Verhüttung benötigte Holz direkt auf der Donau transportiert und in der Nähe der Öfen angelandet werden konnte (Meier, 2005).

Aufgrund der (verkehrs)günstigen Lage am Zusammenfluss von Altmühl und Donau war von Kelheim aus ein (Fern-)Transport des Eisens bzw. der Eisenprodukte bis ans Schwarze Meer möglich. Wegen der „Weltenburger Enge“, welche westlich von Kelheim die Donau flussaufwärts über 5,5 km nicht schiffbar machte, mussten die Waren in Kelheim abgeladen und auf dem Landweg weiter transportiert werden. An dieser Stelle bildete sich ein Markt, auf welchem Lebensmittel und Tiere gegen Eisenprodukte (Waffen, Rüstungen, Geschirr, Schmuck...) getauscht wurden.

Die  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte einiger Tiere verschiedener Spezies sollten also „handelsbedingt“ ortsfremde Signaturen aufweisen, genauso wie die einiger Menschen. Stammen hingegen alle untersuchten Tiere aus Kelheim und Umgebung, kann nicht von einem weiträumigen Tauschhandel ausgegangen werden. Natürlich stellte sich auch die Frage, ob die Individuen aus Kelheim überhaupt in der Eisenverhüttung und den damit vergesellschafteten Berufen tätig waren. Da es sich hier um körperliche Schwerstarbeit handelt, sollten diese Individuen verstärkte degenerative Erkrankungen besonders der stark beanspruchten Schulter- und Hüftgelenke aufweisen (Schmidt, 1982). Außerdem wäre es interessant zu erfahren, ob alle Individuen oder nur ein kleiner Bevölkerungsanteil in der Eisenverhüttung tätig waren. Gab es womöglich sogar Individuen, welche gar keine Hinweise auf körperliche Belastung zeigten? Und waren dies möglicherweise diejenigen Individuen aus dem Kreisgraben mit Zentralbestattung, welcher als Besonderheit unter den Bestattungen Kelheims galt? Auch hier stellte sich wieder die Frage, ob es sich tatsächlich um eine sozial höher gestellte Schicht handelte, was durch die Bestattungsform impliziert wurde. Falls dem so wäre, könnten diese Individuen aufgrund der besseren medizinischen Versorgung älter geworden sein, und ggf. infolge des besseren Zugangs zu tierischem Protein eine größere Körperhöhe aufgewiesen haben (Grupe, 1990).

Da das Kelheimer Gräberfeld in mehrere Bestattungsplätze unterteilt war, stellte sich grundsätzlich die Frage nach einer Einteilung in unterschiedliche soziale Schichten. Waren Individuen aus dem an den Kreisgraben angrenzenden Bestattungsareal höher gestellt als jene, welche in der Siedlung bestattet wurden?

Im Folgenden wird anhand anthropologischer Methoden versucht, ein Bild der Kelheimer Bevölkerung zu entwerfen.

#### **4.2.1 Paläodemographie**

Die demographische Auswertung des Gräberfeldes von Kelheim-Kanal I gestaltete sich problematisch (Meier & Eibl, in Vorb.): Zum einen war das Gräberfeld nicht vollständig ergraben (vgl. Repräsentanz der Skelettserie), zum anderen waren die vorhandenen Skelette teilweise in einem sehr schlechten Zustand, so dass nur eine grobe Altersbestimmung vorgenommen werden konnte (vgl. Kap. 4.1.2). Ein Teil der Skelette konnte nicht mehr zugeordnet werden, so dass diese Individuen in der Auswertung fehlen. Das Gräberfeld von Kelheim ist in vier Abschnitte gegliedert: Im Westen befindet sich der Kreisgraben mit neun Bestattungen; hieran schließt sich ein kleineres Gräberfeld an. Es folgt die Siedlung mit einigen Gräbern und ein etwas größeres Gräberfeld im Nordosten. Westlich des Kreisgrabens befindet sich ein weiterer, kleinerer Bestattungsplatz, welcher zunächst als bronzezeitlich, später aber als frühmittelalterlich bestimmt wurde (schriftliche Mitteilung vom Januar 2005 von Herrn Dr. Thomas Meier, Institut für Vor- und Frühgeschichte der LMU München). Hiervon waren jedoch nur zwei Individuen betroffen, welche nicht in die Auswertung einbezogen wurden.

Da sich die übrigen vier Areale, laut der  $^{14}\text{C}$ -Analyse, zeitlich geringfügig überschneiden, wird das Bestattungsareal (Kreisgraben, angrenzende Bestattungen, Siedlungsbestattungen, Gräberfeld im Osten) als Ganzes einer demographischen Analyse unterzogen. Die einzelnen Bereiche bestanden zudem jeweils aus einer relativ geringen Anzahl an Skeletten. Somit wurde es aus paläodemographischer Sicht für das sinnvollste erachtet, die Kelheimer Bestattungen als Einheit auszuwerten und zu diskutieren.

Insgesamt konnten 98 Skelette aus dem Gräberfeld morphologisch untersucht werden.

Der Belegungszeitraum des „Gräberfeldes“ von Kelheim erstreckte sich gemäß der  $^{14}\text{C}$ -Datierung über einen Zeitraum von 300 Jahren. Diese Zahlen - 98 Skelette bei einer Belegungsdauer von 300 Jahren - lassen schon vor der eigentlichen paläodemographischen Auswertung davon ausgehen, dass es sich hier nur um einen Bevölkerungsausschnitt handelt. Dennoch wurden die paläodemographischen Parameter überprüft, um festzustellen, ob es sich bei den fehlenden Individuen beispielsweise nur um Kleinkinder handelte (Kleinkinderdefizit), und inwieweit ein Vergleich mit anderen Gräberfeldern des Mittelalters überhaupt sinnvoll ist.

#### **Sterbetafel**

Bis zu einem Alter von 19 Jahren wurde eine Einteilung in 5-Jahres-Altersklassen gewählt, für die erwachsenen Individuen Altersklassen von 20 Jahren. Individuen, welche aufgrund ihrer

morphologischen Bestimmung in zwei (oder mehr) Altersklassen gehörten, wurden wiederum anteilig auf diese verteilt (Tabelle 22).

Die mittlere Lebenserwartung der Bevölkerung von Kelheim betrug laut Sterbetafel zum Zeitpunkt der Geburt 29 Jahre.

**Tabelle 22:** Sterbetafel für die Bevölkerung von Kelheim

x	a	D <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	q <sub>x</sub>	p <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	e <sup>0</sup> <sub>x</sub>
0-4	5	20,5	208,97	1000	208,97	791,03	4477,58	28529,76	28,53
5-9	5	9,5	96,84	791,03	124,95	875,05	3713,05	24052,18	30,41
10-14	5	5	50,97	694,19	73,42	926,58	3343,53	20339,13	29,3
15-19	5	2,5	25,48	643,22	39,61	960,39	3152,4	16995,6	26,42
20-39	20	30,2	307,85	617,74	498,35	501,65	9276,3	13843,2	22,41
40-59	20	23,2	236,49	309,89	763,14	236,86	3832,9	4566,9	14,74
60-79	20	7,2	73,4	73,4	1000	0	734	734	10

### Repräsentanz der Skelettserie

Wie schon in Kap. 3.4 beschrieben, ist die Methode von Weiss (1973) zur Bestimmung der Repräsentanz einer Skelettserie nur in bedingtem Umfang zu verwenden. Da für die Bevölkerung von Kelheim die Altersklasse „20-24“ nicht bestimmt werden konnte, wird für die Berechnung der Repräsentanz wiederum  $l_{20-39}$ , statt  $l_{20-24}$  verwendet.

- nach Weiss (1973):

$$Q_0 = 1 - \frac{l_{5-9}}{l_{0-4}} = \frac{791,03}{1000,00} = 0,21$$

$$Q_{10} = 1 - \frac{l_{15-19}}{l_{10-14}} = \frac{643,22}{694,19} = 0,07$$

hier:

$$Q_{15} = 1 - \frac{l_{20-39}}{l_{15-19}} = \frac{617,74}{643,22} = 0,04$$

$$Q_{10} < Q_{15} : 0,07 > 0,04 \rightarrow \text{nicht erfüllt}$$

$$Q_0 > Q_{15} : 0,21 > 0,04 \rightarrow \text{erfüllt}$$

Die Skelettserie von Kelheim ist nach Weiss nicht repräsentativ.

Nach Bocquet-Appel & Masset (1977), deren Formeln sowohl ein eventuelles Kleinkinderdefizit, als auch die Schwierigkeiten bei der Altersbestimmung erwachsener Individuen umgehen, ist die Skelettserie von Kelheim annähernd repräsentativ.

- nach Bocquet-Appel & Masset (1977):

$$\frac{D_{5-9}}{D_{10-14}} = \frac{9,5}{5} = 1,9$$

$$\frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} = \frac{14,5}{60,6} = 0,24$$

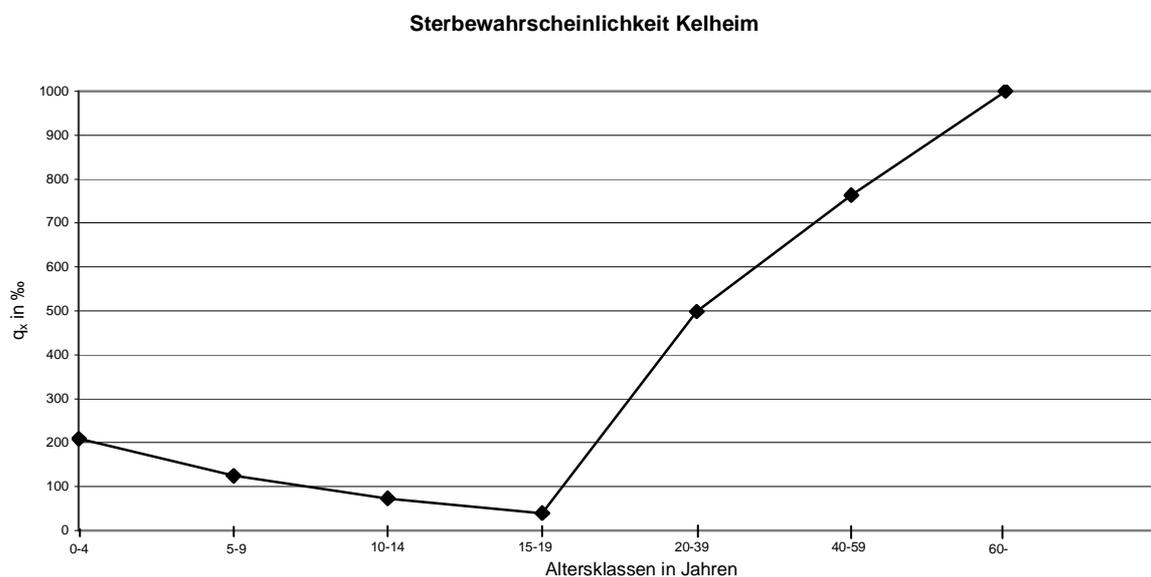
Dabei sollte

$$\frac{D_{5-9}}{D_{10-14}} \geq 2 \quad \text{und} \quad \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} \geq 0,1 \text{ sein.}$$

Es ist also insgesamt davon auszugehen, dass neben den kindlichen Skeletten auch juvenile/adulte fehlen könnten, es sich also um keinen repräsentativen Bevölkerungsausschnitt handelt.

### Sterbewahrscheinlichkeit $q_x$

Die Sterbewahrscheinlichkeit  $q_x$  sank ab einem Alter von 0-4 Jahren stetig bis zu einem Alter von 15-19 Jahren, wo sie am geringsten war (Abb. 43). Ein derartiger Kurvenverlauf ist für das frühe Mittelalter typisch, da das Säuglings- und Kleinkindalter die höchsten Risiken mit sich bringt (Grupe et al., 2005).



**Abb. 43:** Sterbewahrscheinlichkeit in den verschiedenen Altersklassen der Bevölkerung von Kelheim

Auch für die Skelettpopulation von Kelheim werden neben den aus der Sterbetafel ersichtlichen Werten die Schätzwerte für die Sterbewahrscheinlichkeit innerhalb des ersten bzw. der ersten fünf Lebensjahre angegeben (nach Bocquet-Appel & Masset, 1977).

Sterbewahrscheinlichkeit innerhalb der ersten fünf Lebensjahre:

$${}_5\hat{q}_0 = 1,154 \times \sqrt{\log_{10}\left(200 \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}}\right)} - 1,014 \pm 0,041$$

$${}_5\hat{q}_0 = 0,482 \pm 0,041$$

Hiernach verstarben 48% der Kinder innerhalb der ersten fünf Lebensjahre. Der beobachtete Wert lag bei 21%.

Die Anzahl der fehlenden Kinder unter 5 Jahren betrug 52.

Insgesamt sind demnach nur 28% der Kinder unter 5 Jahren in dem ergrabenem Ausschnitt erfasst.

Sterbewahrscheinlichkeit innerhalb des ersten Lebensjahres:

$${}_1\hat{q}_0 = 0,568 \times \sqrt{\log_{10}\left(200 \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}}\right)} - 0,438 \pm 0,016$$

$${}_1\hat{q}_0 = 0,298 \pm 0,016$$

Nach dieser Formel verstarben 30% der Säuglinge innerhalb des ersten Lebensjahres.

Der beobachtete Wert lag bei 11%.

34 zusätzliche Säuglinge unter einem Jahr wären notwendig, damit der geschätzte und der beobachtete Wert übereinstimmen.

Insgesamt sind nur 25% aller Säuglinge unter einem Jahr in dem ergrabenem Ausschnitt erfasst.

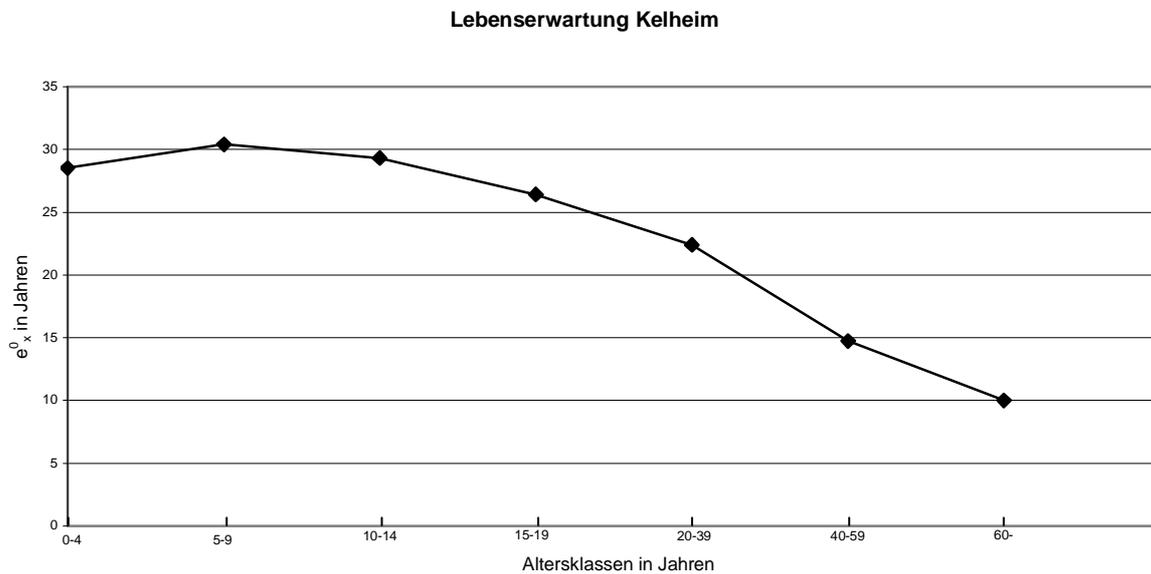
Auch hier tritt wieder das für mittelalterliche Gräberfelder oft publizierte Kleinkinderdefizit auf (Brunner, 1972; Kaufmann & Schoch, 1983; Kölbl, 2004; Ulrich-Bochsler, 1997), welches wiederum auf verschiedene Weise begründet werden kann. Zum einen ist das Gräberfeld nicht vollständig ergraben; vor allem im Bereich der Siedlung könnte eine höhere Anzahl an Kinderskeletten bestattet worden sein, welche nicht geborgen wurden. Die fragilen, wenig mineralisierten Knochen der Säuglinge sind ferner allgemein durch aggressives Umgebungsmilieu stärker gefährdet als die widerstandsfähigeren Knochen der Erwachsenen (Grupe et al., 2005).

Natürlich können auch immer Sonderbestattungen bzw. im weitesten Sinne soziobiologische Gründe angeführt werden. Je nach der jeweiligen Reproduktionsstrategie ist es möglich, dass (ungewollte) Kinder nicht auf dem Hauptfriedhof bestattet wurden, sondern an anderer Stelle deponiert wurden (Creel, 1966; Schwidetzky, 1967).

Eine Häufung von Kindergräbern, wie dies in Unterigling im Bereich der Kirche der Fall war, konnte in Kelheim nicht festgestellt werden.

## Lebenserwartung $e_0^0$

Die Lebenserwartung  $e_0^0$  der Kelheimer Bevölkerung stieg zunächst bis zu einem Alter von 5-9 Jahren leicht an und fiel danach langsam ab. Ein stärkerer Abfall ist bei der vorliegenden Darstellung erst ab einem Alter von 20-39 Jahren zu beobachten (Abb. 44).



**Abb. 44:** Lebenserwartung in den verschiedenen Altersklassen der Bevölkerung von Kelheim

Bocquet-Appel & Masset (1977) geben eine Formel an, welche die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt schätzt:

$$\hat{e}_0^0 = 78,721 \times \log_{10} \sqrt{\frac{D_{20-\omega}}{D_{5-14}}} - 3,384 \pm 1,503$$

$$\hat{e}_0^0 = 21,06 \pm 1,503$$

Die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt betrug hiernach schätzungsweise 21 Jahre. Die direkt aus der Sterbetafel berechnete Lebenserwartung  $e_0^0$  lag bei 29 Jahren. Nach Abschätzung des Kleinkinderdefizits ( $n=52$ ) wurde erneut eine Sterbetafel berechnet, welche dieses Defizit berücksichtigt (Tabelle A6 im Anhang). Die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt beträgt nach der neuen Berechnung nur noch 19 Jahre, was sehr nahe am geschätzten Wert liegt. Der Unterschied zwischen der geschätzten und der tatsächlichen Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt ist also auf das Kleinkinderdefizit zurückzuführen. Je höher der Anteil der Säuglinge und Kleinkinder in einer Bevölkerung, desto geringer ist die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt.

### Maskulinitätsindex

Der Maskulinitätsindex von 117,24 deutet auch bei der Skelettpopulation von Kelheim auf einen Männerüberschuss hin, welcher jenen in Unterigling noch übertrifft.

$$MI : \frac{\text{Männer} \times 100}{\text{Frauen}} = \frac{34 \times 100}{29} = 117,24$$

Dieses Geschlechterverhältnis ist freilich nicht auf die Gesamtbevölkerung übertragbar.

### Abhängigkeitsindex

$$AI : \frac{\% \sum (0-14) + \% \sum (60-\omega)}{\% \sum (15-59)} = \frac{43,0\%}{57,0\%} = 0,75$$

Der Abhängigkeitsindex von Kelheim ist mit 0,75 noch höher als jener der Unteriglinger Bevölkerung. Dies bedeutet, dass es in Kelheim mehr ältere Menschen und kleine Kinder gab, welche versorgt werden mussten bzw. weniger für diese „verantwortliche“ Erwachsene. Vier Erwachsene mussten etwa drei Kinder/älte Menschen versorgen. Bei der Bevölkerung von Unterigling betrug das Verhältnis 3 zu 2. In der Population von Kelheim gab es also mehr „Abhängige“.

### Schätzung der Populationsgröße

nach Acsádi & Nemeskéri (1970):

$$P = 1,1 \frac{\sum D_x \times e_0^0}{T} = 1,1 \frac{98 \times 28,53}{300} = 10,3$$

Ausgehend von einem Belegungszeitraum von 300 Jahren hätten nur jeweils 10 Personen gleichzeitig in der Siedlung von Kelheim gelebt. Somit kann natürlich nicht von einer „Bevölkerung“ gesprochen werden. Hier wird besonders deutlich, dass es sich bei der Skelettpopulation von Kelheim nur um einen kleinen Ausschnitt der damaligen Bevölkerung handeln kann. Der errechnete Wert muss als Artefakt betrachtet werden.

### Mortalitätsrate

nach Bocquet-Appel & Masset (1977):

$$m = 0,127 \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} + 0,016 \pm 0,002$$

$$m = 0,046 \pm 0,002$$

Die Mortalitätsrate lag bei 4,6% (4,6 Individuen pro Jahr von 100 Individuen).

## Wachstumsrate

nach Bocquet-Appel & Masset (1970):

$$t = 1,484 \left[ \log_{10} \left( 200 \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} \frac{D_{60-\omega}}{D_{20-\omega}} \right) \right]^{0,03} - 1,485 \pm 0,006$$
$$t = -0,013 \pm 0,006$$

Für die Skelettpopulation von Kelheim ergibt sich eine negative Wachstumsrate, was nicht verwunderlich ist, da es sich nur um einen Bevölkerungsausschnitt handelte. Die vorgestellten paläodemographischen Kenngrößen sind für die vorliegende Fundsituation insgesamt nur sehr beschränkt aussagefähig.

### 4.2.2 Morphologischer Befund

Obwohl die Skelette von Kelheim-Kanal I einen nicht-repräsentativen Ausschnitt der Lebendbevölkerung darstellen, wurden sie einer kompletten morphologischen Auswertung unterzogen, da auf den direkten Vergleich mit der Population von Unterigling nicht verzichtet werden sollte. So können - zumindest für einen Bevölkerungsausschnitt - Aktivitätsmuster beobachtet und die Lebensweise rekonstruiert werden, eventuell kann dieses Bild auf die Gesamtbevölkerung übertragen werden.

Im Fundgut befanden sich insgesamt 119 Skelette. Aufgrund der Tatsache, dass die Schädel getrennt von den Skeletten aufbewahrt wurden, gestaltete sich die Zuordnung einiger Skelette/Grabnummern sehr schwierig. Deshalb wurden nur jene 98 Skelette in die Auswertung einbezogen, bei welchen eine eindeutige Zuordnung möglich war. Es handelte sich hierbei um Skelette von 65 Erwachsenen und 33 Kindern. Genau wie für Unterigling wurde ein morphologischer Befund bestehend aus Alters- und Geschlechtsverteilung, Schätzung der Körperhöhe und bestimmter Indizes, sowie Bestimmung von Pathologien und anderer biologischer Parameter erstellt.

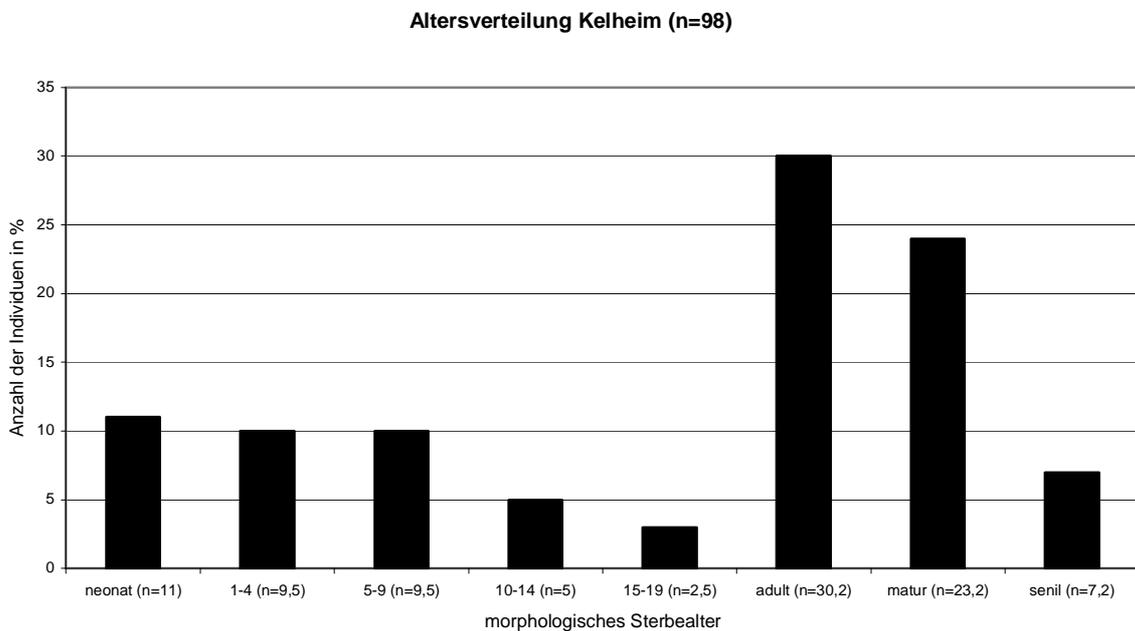
Eine Tabelle der Rohdaten des morphologischen Befunds befindet sich im Anhang (Tabelle A7).

Das Kelheimer Bestattungsareal umfasste vier Bestattungsplätze, welche aus methodischen Gründen als Einheit zusammengefasst wurden. Da es sich bei den Individuen des Kreisgrabens nach Aussagen der Archäologen um eine privilegierte Bevölkerungsschicht handelte (Meier & Eibl, in Vorb.), werden die an ihnen erhobenen Befunde zusätzlich noch einmal gesondert betrachtet, um herauszufinden, ob sich diese Individuen auch biologisch von den anderen unterscheiden, wie dies teilweise bei der Separatgrablege von Unterigling der Fall war.

#### 4.2.2.1 Altersverteilung

Aufgrund der schlechten Erhaltung konnten nur 39 der erwachsenen Individuen (20 männliche; 19 weibliche) genau altersbestimmt werden (Einteilung in früh-, mittel-, spätadult bzw. -matur, senil; vgl. Kap. 3.1.2); es musste also für die Skelettserie insgesamt eine gröbere Altersklasseneinteilung (adult, matur, senil) angewendet werden (Abb. 45).

Die Gesamtzahl der altersbestimmten Individuen beträgt 98. 11 (11%) Kinder verstarben als Neugeborene. Der Anteil der Kinder von 1-4 bzw. 5-9 Jahren lag bei jeweils 9,5 Individuen (10%) und damit relativ hoch. Er sank in der Altersklasse von 10-14 Jahren ( $n=5$ ; 5%) und mehr noch in der juvenilen ( $n=2,5$ ; 3%) Altersklasse. Der Sterbegipfel der Kelheimer Skelettpopulation lag in der adulten ( $n=30,2$ ; 30%) Altersklasse. 7,2 (7%) Individuen erreichten die senile Altersklasse (Abb. 45).

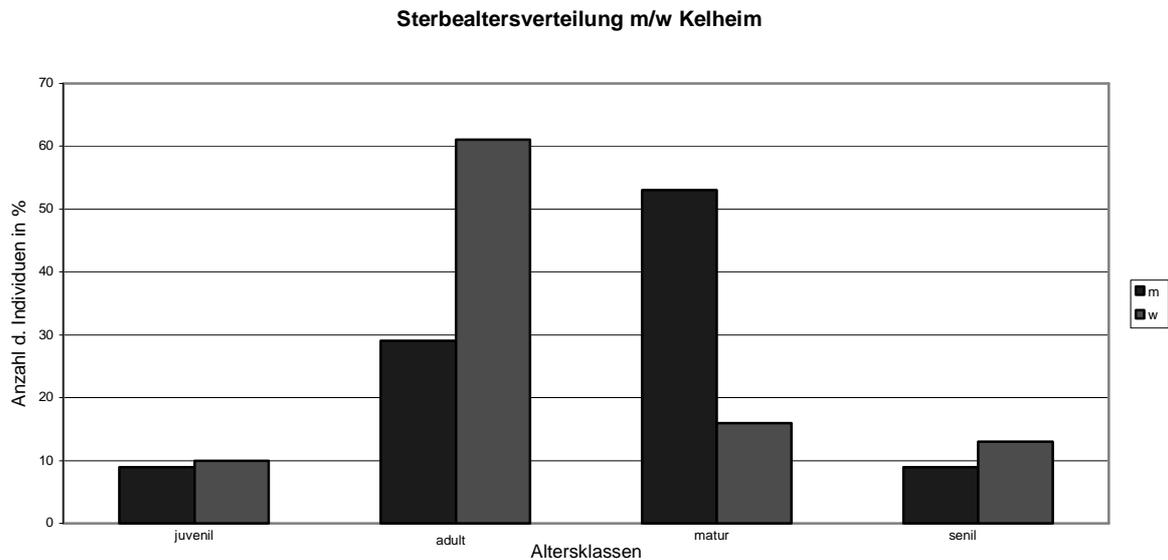


**Abb. 45:** Altersverteilung der Bevölkerung von Kelheim nach der morphologischen Altersbestimmung.

Abbildung 45 zeigt, dass es sich bei der untersuchten Skelettpopulation durchaus um den Ausschnitt einer organisch gewachsenen Bevölkerung mit hohem Kinderanteil und Sterbegipfel der Erwachsenen in der adulten Altersklasse handelt.

Beim direkten Vergleich der Sterbealtersverteilung zwischen männlichen und weiblichen Individuen (Abb. 48) konnte ein erhöhter Sterbegipfel der weiblichen Individuen in der adulten Altersklasse festgestellt werden. Jener der männlichen war in die mature Altersklasse verschoben. Die frühe Sterblichkeit der weiblichen Individuen hängt offensichtlich wiederum mit Schwangerschaften und Geburten zusammen (Acsádi & Nemeskéri, 1957; Brunner, 1972; Creel, 1966; Daim, 1987). Die Frauen waren ferner durch die harten und beschwerlichen Lebensbedingungen einem hohen physischen Druck ausgesetzt (Czarnetzki et al., 1989). Gerade aufgrund der Mehrfachbelastung durch

Familie, Haushalt und Tätigkeit in der Landwirtschaft sowie natürlich auch der schlechten medizinischen Versorgung, stellten Schwangerschaften und Geburten ein erhöhtes Sterberisiko dar.

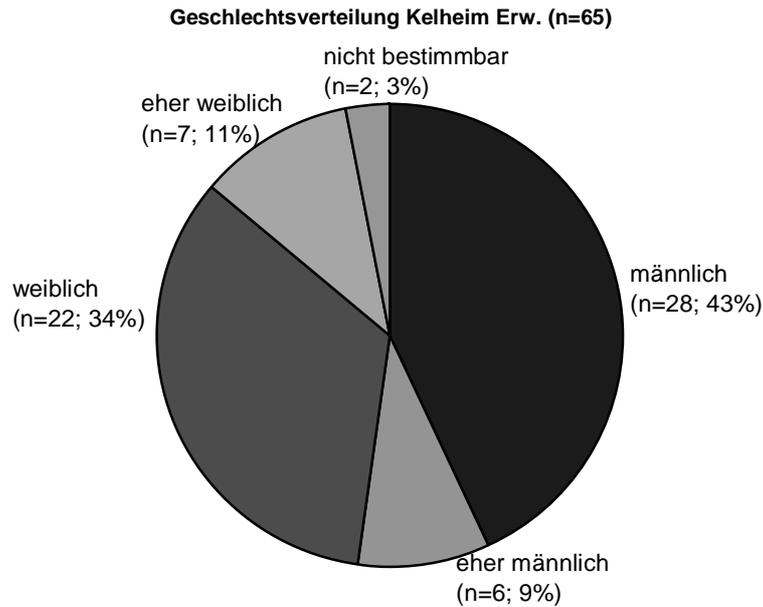


**Abb. 46:** Verteilung des Sterbealters von männlichen (n=34) und weiblichen (n=29) Individuen ( $\geq$  juvenil) nach der morphologischen Altersbestimmung

Bei der Altersverteilung der Individuen aus dem Kreisgraben ist auffällig, dass diese tendenziell älter wurden. Insgesamt konnten die Skelette von sieben Individuen aus dem Kreisgraben sowie die Zentralbestattung untersucht werden. Ein Individuum wurde als „über 30 Jahre“ bestimmt, eines als früh-matur und eines als senil. Vier Individuen wurden als mittel- bis spät-matur klassifiziert. Der Mann aus der Zentralbestattung war 17-20 Jahre alt.

#### 4.2.2.2 Geschlechtsverteilung

Der morphologische Befund erbrachte bezüglich der Geschlechtsverteilung der erwachsenen ( $\geq$  juvenil) Kelheimer Bevölkerung folgende Ergebnisse: 28 (43%) Individuen wurden als sicher „männlich“ eingestuft, 6 (9%) als „eher männlich“. 22 (34%) waren morphologisch sicher „weiblich“, 7 (11%) „eher weiblich“. Bei lediglich 2 (3%) Individuen der Kelheimer Bevölkerung konnte aufgrund des schlechten Erhaltungsgrades das Geschlecht nicht bestimmt werden (Abb. 47).



**Abb. 47:** Geschlechtsverteilung der erwachsenen Individuen aus Kelheim

Das Verhältnis von männlichen zu weiblichen Individuen lag, wie bereits erwähnt, bei 34 zu 29.

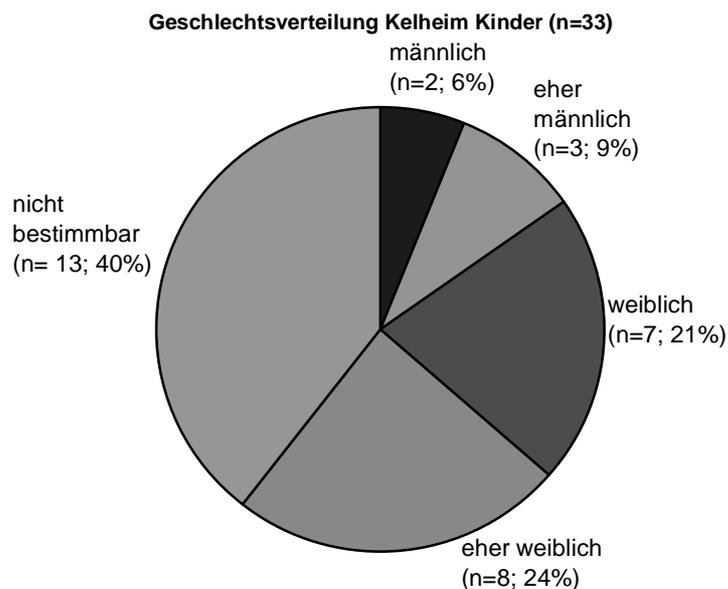
Wie schon bei der Bevölkerung von Unterigling und auch bei weiteren mittelalterlichen Gräberfeldern (vgl. Kap. 5.3.3, 5.4, 5.5) konnte also ein Maskulinitätsindex von über 100 beobachtet werden.

Eine Erklärung für den (ohnehin nicht sehr ausgeprägten) Männerüberschuss in Kelheim könnte sein, dass die Frauen an anderer Stelle bestattet wurden.

Geht man davon aus, dass es sich bei Kelheim um eine wichtige Eisenverhüttungsstätte handelte (Meier & Eibl, in Vorb.), wäre es durchaus möglich, dass vorzugsweise Männer in diese protostädtische Siedlung einwanderten, um dort zu arbeiten. Ob sie tatsächlich in der Eisenverhüttung bzw. damit vergesellschafteten Berufen tätig waren, können vielleicht die Aktivitätsmuster an den Skeletten zeigen.

Kinder:

2 (6%) der als kindlich bestimmten Skelette konnten als sicher „männlich“ identifiziert werden. 3 (9%) wurden als „eher männlich“ eingestuft. 7 (21%) der kindlichen Individuen waren sicher „weiblich“, 8 (24%) „eher weiblich“. Da das Geschlecht aufgrund des schlechten Erhaltungsgrades und der Tatsache, dass die Schädel geklebt waren, nicht zusätzlich auch noch anhand der Konfiguration des Meatus acusticus internus (Wahl & Graw, 2001) bestimmt werden konnte (vgl. Kap.3.1.4), war bei 13 (40%) kindlichen Individuen eine Geschlechtsbestimmung nicht möglich (Abb. 48).



**Abb. 48:** Geschlechtsverteilung der Kinder aus dem Gräberfeld von Kelheim

Im Verhältnis wurden dreimal so viele Mädchen wie Jungen bestattet. Allerdings lässt die hohe Zahl „nicht bestimmbarer“ Individuen keine allzu hohe Sicherheit bzgl. des genauen Geschlechtsverhältnisses zu.

Die Beobachtung eines deutlichen Überwiegens von Mädchenbestattungen gegenüber Jungenbestattungen wurde auch schon für Unterirgling gemacht. Da im frühen Mittelalter die Gesellschaftsform im Allgemeinen eine patriarchalische war, könnte auch in Kelheim die hohe Anzahl der Mädchenbestattungen mit einer - aktiven oder passiven - Vernachlässigung der Mädchen (Herrmann & Grupe, 1986), bzw. Förderung des männlichen Nachwuchses erklärt werden. Gerade in agrarischen Gesellschaften erfuhren Männer aufgrund ihrer höheren Arbeitskraft oft eine höhere Wertschätzung (Schutkowski, 1991).

Bei den Individuen des Kreisgrabens handelte es sich um drei sicher männliche, zwei „eher männliche“ und zwei weibliche Individuen. Das Individuum aus der Zentralbestattung war ebenfalls sicher männlich. Im Kreisgraben waren demnach mehr Männer als Frauen bestattet. Es wird vermutet, dass es sich bei den Bestatteten im Kreisgraben um die Gefolgsleute des jungen Mannes aus der

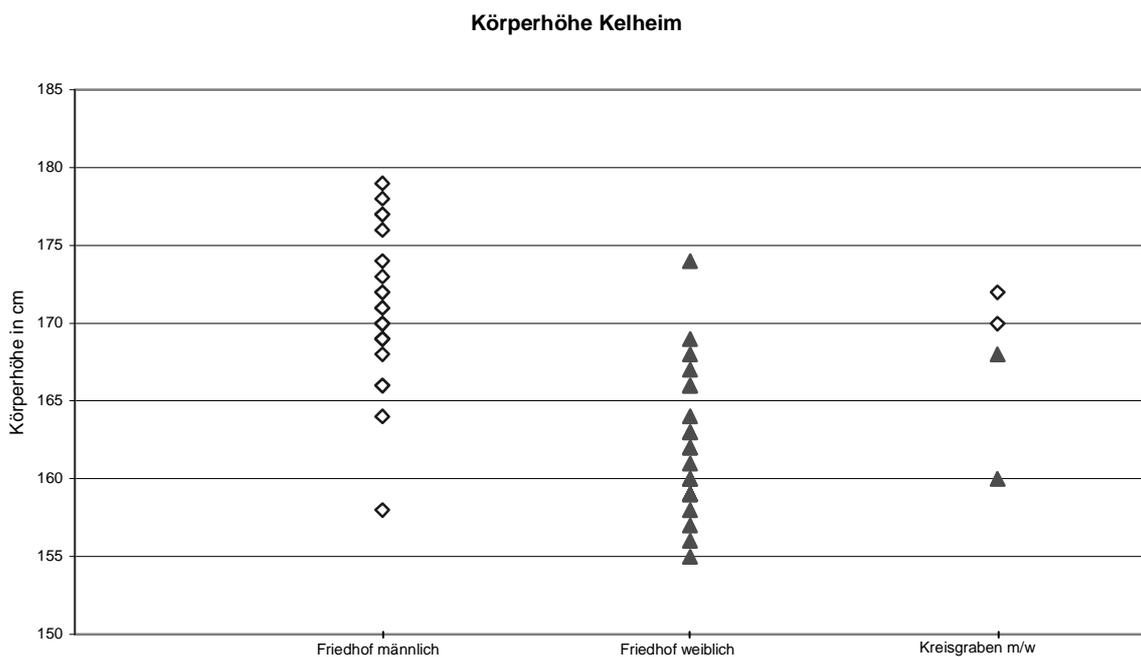
Zentralbestattung handelte (Engelhardt, 1987). Bei den beiden Frauen handelte es sich möglicherweise um Verwandte dieses Mannes.

#### 4.2.2.3 Körperhöhe

Von 26 männlichen und 24 weiblichen erwachsenen Individuen der Kelheimer Skelettpopulation konnte die Körperhöhe rekonstruiert werden (Abb. 49).

Die durchschnittliche Körperhöhe der männlichen Individuen betrug  $171 \pm 4,5\text{cm}$ , wobei der kleinste Mann  $158\text{cm}$  groß war, der größte  $179\text{cm}$ . Die durchschnittliche Körperhöhe der weiblichen Individuen betrug  $162 \pm 4,6\text{cm}$  (Minimum  $155\text{cm}$ , Maximum  $174\text{cm}$ ) (Abb. 49).

Aus dem „Kreisgraben-Kollektiv“ konnte die Körperhöhe nur für zwei männliche und zwei weibliche Individuen bestimmt werden. Die Frauen erreichten Größen von  $160\text{cm}$  und  $168\text{cm}$ , die Männer von  $170\text{cm}$  und  $172\text{cm}$ ; die Körperhöhenwerte dieser Kreisgraben-Bestatteten sind damit absolut vergleichbar zu jenen Individuen auf dem Hauptgräberfeld.



**Abb. 49:** Vergleich der Körperhöhen der männlichen, weiblichen und, gesondert aufgeführt, der separat bestatteten Individuen Kelheims

#### **4.2.2.4 Aktivitätsmuster**

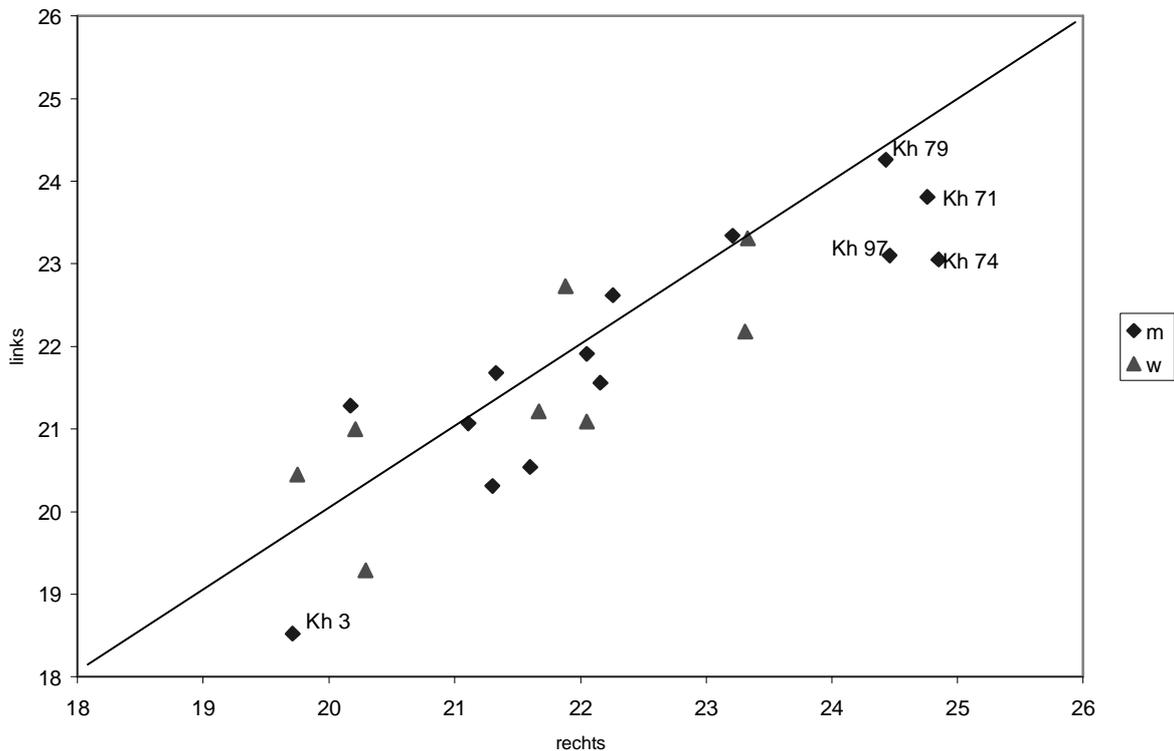
Die Auswertung der Aktivitätsmuster gestaltete sich für die Kelheimer etwas problematischer, da nur genau alters- und geschlechtsbestimmte Individuen zur Auswertung (zumindest des Gelenkstatus) zugelassen wurden, wodurch sich der Stichprobenumfang für die Analyse des Gelenkstatus auf 42 Individuen verringerte. Eine Berücksichtigung nur der sehr differenziert Altersbestimmten hat hier den Vorteil, dass genau überprüft werden kann, in welchem zeitlichen Rahmen sich Veränderungen in den Aktivitätsmustern abspielten; außerdem ist so eine bessere Vergleichbarkeit mit Unterigling gewährleistet.

#### **Humerus Längen-Dicken-Index**

Wie bereits erwähnt, gibt der Humerus Längen-Dicken-Index Auskunft über die Händigkeit. In die Auswertung wurden wiederum nur solche Individuen einbezogen, bei welchen ein direkter Vergleich zwischen rechtem und linkem Humerus möglich war: 14 Männer und 8 Frauen. Der Humerus Längen-Dicken-Index konnte demnach nur bei 35% der ( $\geq$  juvenilen) Kelheimer bestimmt werden. 13 Individuen zeigten eine Bevorzugung der rechten, 9 Individuen eine Bevorzugung des linken Humerus (Abb. 50). Für andere mittelalterliche Gräberfelder, war eine eindeutige Händigkeit zu erkennen (Brunner, 1972; Creel, 1966).

Ungewöhnlich waren die besonders hohen Indexwerte verglichen mit anderen Populationen (Bay-Schuller, 1976; Brunner, 1972; Kramp, 1939). Insbesondere die vier hervorgehobenen männlichen Individuen (Abb. 50) haben sicher ihre Oberarmmuskulatur und -knochen etwa beim Heben und Tragen schwerer Lasten oder „Arbeiten über Kopf“, stark beansprucht.

### Humerus Längen Dicken Index Kelheim



**Abb. 50:** Verteilung der Werte des rechten und linken Humerus Längen-Dicken-Index der männlichen und weiblichen Individuen Kelheims

Drei dieser Männer („Kh 71“, „Kh 74“, „Kh 79“) wurden in der an den Kreisgraben angrenzenden Grabgruppe bestattet (der vierte „Kh 97“ im Gräberfeld im Nordosten). Es bestand also eine gewisse räumliche Nähe, was bedeuten könnte, dass diese Individuen einer bestimmten Berufsgruppe angehört haben könnten.

Von archäologischer Seite wird vermutet, dass das Eisenerz auf den Albhochflächen nördlich und westlich Kelheims (Engelhardt 1978, 1987) abgebaut wurde und unter den damaligen schlechten Verkehrsbedingungen in die Siedlung transportiert werden musste (Meier, 2005). An der Verhüttung des Eisens waren verschiedene Berufsgruppen beteiligt: Holzfäller mussten Bäume fällen, da die - von Köhlern produzierte - Holzkohle als Reduktionsmittel für die Eisenoxide benötigt wurde, welche dann in den Schachtöfen (Rennöfen) verbrannt wurden (im frühen Mittelalter gab es noch keine Hochöfen). Die Schächte mussten aus Lehm und Steinen errichtet werden. Das reduzierte Eisen (Renneisen) sammelte sich am Boden des Ofens in Form von Luppen, d.h. als feste bis teigige Eisenklumpen, welche noch stark mit Schlacke versetzt waren und durch Ausschmieden von der Schlacke und der restlichen Holzkohle befreit werden mussten (Brockhaus, 1997). Das gewonnene Eisen musste in einer Schmiede weiterverarbeitet werden. Viele Berufsgruppen, welche eine verstärkte Belastung der Oberarme und Schultern (vgl. hohe Indexwerte) aufweisen, waren vermutlich in der Eisenverhüttung und den damit verbundenen Berufen tätig.

Es liegt nahe, dass Altmühl und Donau auch mit Booten befahren wurden. Es ist also gut möglich, dass es sich bei einigen der Kelheimer Individuen um Fischer oder Händler, welche ihre Waren transportierten, handelte. Das Rudern der Boote wirkt sich direkt auf die Humeri und den kompletten Schultergürtel aus, welche durch diese Tätigkeit besonders beansprucht werden (Spennemann, 1986). Anscheinend gab es aber auch einige Individuen, welche weniger schwer arbeiten mussten. Den niedrigsten Indexwert des Humerus wies „Kh 3“, ein junger Mann aus der juvenilen Altersklasse auf. Das Skelett war innerhalb der Siedlung gefunden worden. Möglicherweise war dieser Mann einfach noch zu jung, um schon sehr kräftige Humeri ausgebildet zu haben, oder er verrichtete eine Arbeit, welche eher andere Skelettbereiche beeinflusste.

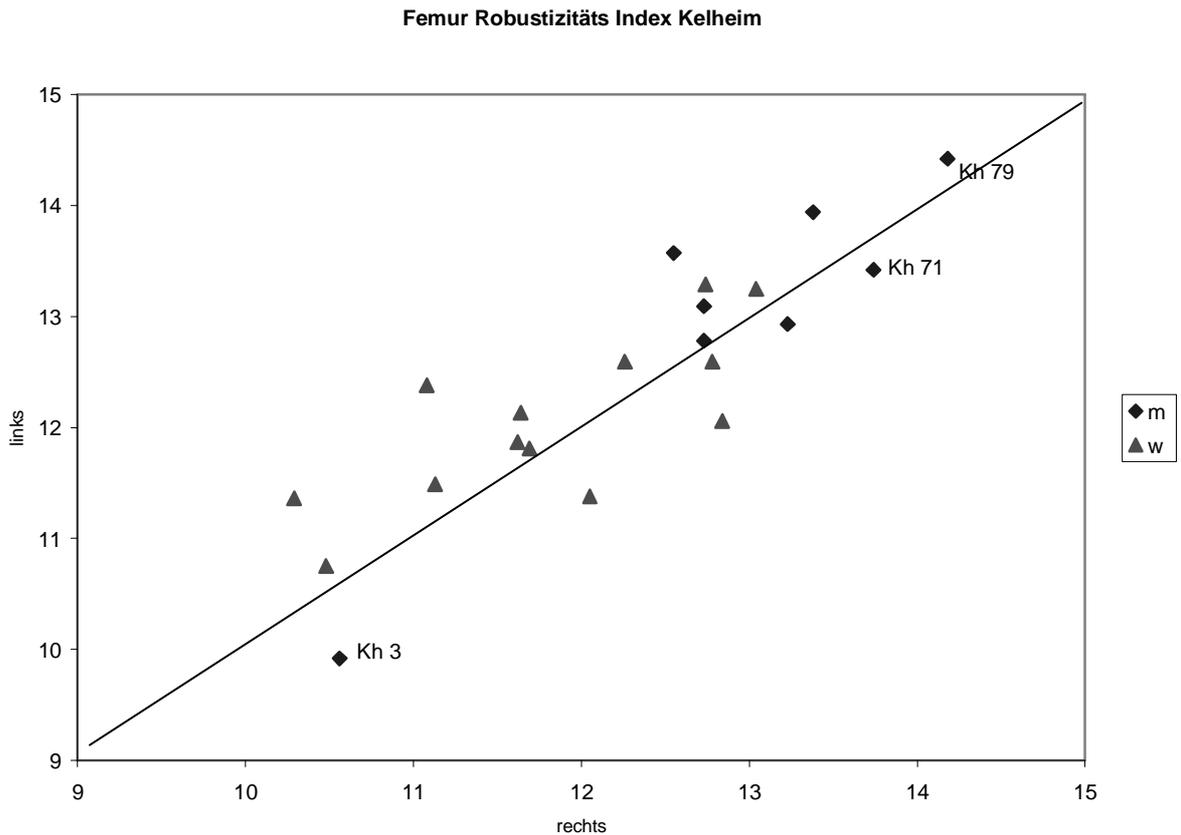
Die Bestattung aus dem Kreisgraben (nur „Kh RG2“ war hinsichtlich der Humerus Längen-Dicken-Index auswertbar) wies durchschnittliche Indexwerte auf, welche nicht auf Schwerstarbeit schließen lassen.

Die hohen Indexwerte der Humeri einiger weiblicher Individuen resultierten möglicherweise aus Arbeiten wie dem Mahlen von Mehl oder dem Schneiden und Bündeln des Getreides bei der Ernte (Bergner, 1992).

Neben der Eisenverhüttung mussten die Kelheimer natürlich auch Landwirtschaft betreiben, um die Ernährungsgrundlage zu sichern. Auch in Kelheim wird eine Arbeitsteilung vermutet, wie sie dann ausgeprägt in den spät-mittelalterlichen Städten auftrat (vgl. Reith, 1990).

### **Femur Robustizitäts-Index**

In die Auswertung des Femur Robustizitäts-Index (Abb. 51) wurden wiederum nur solche Individuen einbezogen, bei welchen Messwerte für beide Körperseiten zur Verfügung standen: 8 Männer und 12 Frauen, also eine Stichprobe, welche lediglich 31% der Skelettpopulation ( $\geq$  juvenile Individuen) umfasste. Die insgesamt höchsten Indexwerte wurden erwartungsgemäß von männlichen Individuen erreicht (Abb. 51). „Kh 71“ und „Kh 79“ hatten bereits die höchsten Werte des Humerus Längen-Dicken-Index aufgewiesen. Diese beiden Männer aus der spät-adult bis früh-maturen bzw. früh-maturen Altersklasse beanspruchten beide Arme und Beine gleichermaßen stark. Es ist möglich, dass sie beispielsweise als Holzfäller tätig waren, welche in unebenem Gelände arbeiten mussten. Tätigkeiten als Lastenträger oder beim Abbau des Eisenerzes wären weitere Möglichkeiten.



**Abb. 51:** Vergleich der Werte des rechten und linken Femur Robustizitäts-Index der männlichen und weiblichen Individuen aus Kelheim

Verglichen mit anderen frühmittelalterlichen Skelettserien (Bay-Schuller, 1976; Daim, 1987; Geyer, 1931) lagen die Indexwerte der Kelheimer Männer im Allgemeinen höher, was bedeutet, dass sie ihre Femora stärker belasteten. Im Gegensatz dazu lagen die Indexwerte der weiblichen Individuen im Durchschnitt oder sogar etwas darunter. Beispielsweise wiesen die Frauen der Skelettserien von München-Allach und Schwaben (Daim, 1987) eine stärkere durchschnittliche Belastung der Femora auf.

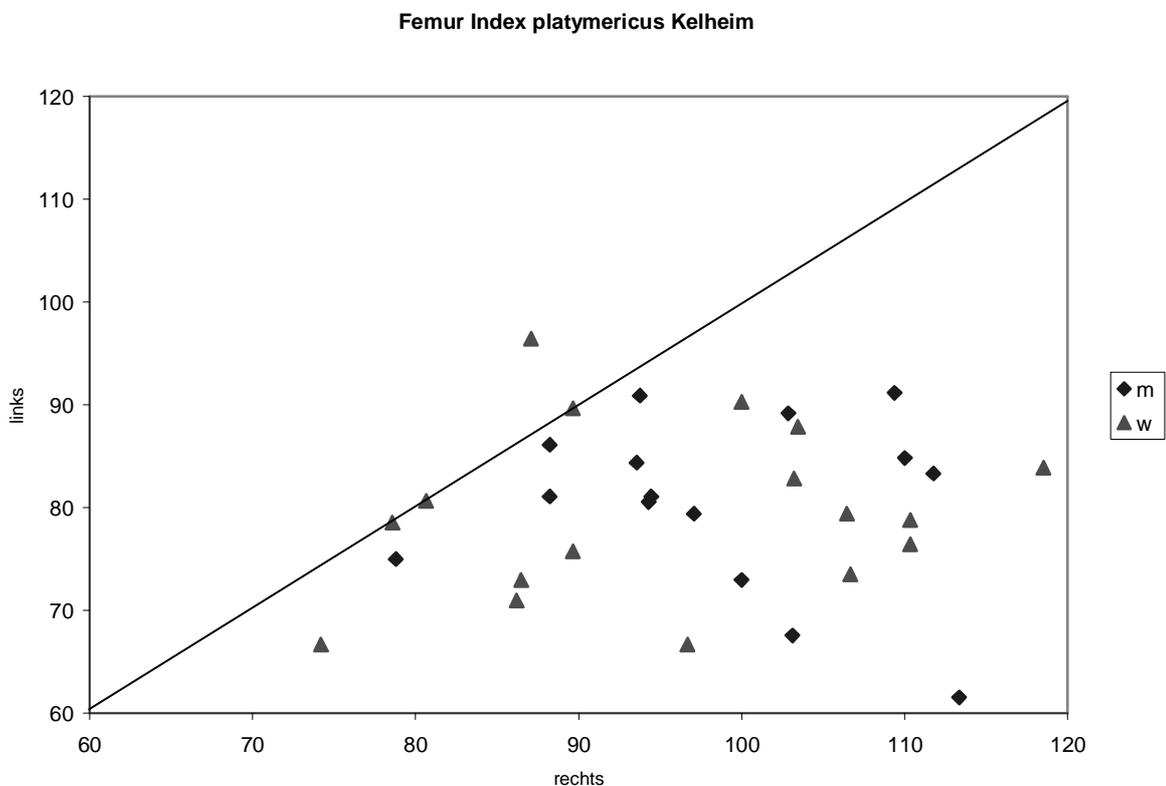
Das männliche Individuum „Kh 3“, welches bereits die geringsten Werte des Humerus Längendicken-Index gezeigt hatte, hatte auch hier die niedrigsten Werte. Wurde dem jungen Mann eine bevorzugte Behandlung zu Teil, (welche aber weder durch sein junges Alter gerechtfertigt, noch durch das Bestattungsareal (Siedlung) besonders plausibel ist) oder war er einfach grazil gebaut? Da andere Individuen aus der juvenilen Altersklasse schon höhere Indexwerte aufwiesen, wird nicht davon ausgegangen, dass das spätjuvenile Alter allein Ursache sein kann. Verletzungen oder Behinderungen, welche auf eine „Arbeitsunfähigkeit“ oder verminderte Belastbarkeit hindeuten könnten, waren nicht festzustellen.

Erstaunlich war, dass auch die Kelheimer Individuen tendenziell robustere linke als rechte Femora aufwiesen.

### Femur Index platymericus

Es standen die Indexwerte von 15 männlichen und 17 weiblichen Individuen zur Verfügung, somit konnten immerhin 49% der Kelheimer Skelettpopulation ( $\geq$  juvenil) untersucht werden.

Wiederum wird deutlich, dass die linken Beine „bevorzugt wurden“. Die linken Femora wiesen überwiegend Indexwerte im hyperplatymeren ( $<75$ ) und platymeren (75-84,9) Bereich auf, während die rechten Femora eher Indexwerte im eurymeren (85-99,9) und stenomeren ( $>100$ ) Bereich zeigten, was auf eine geringere Belastung hindeutet. Hier ist, wie bei der Bevölkerung von Unterigling, davon auszugehen, dass einseitige monotone Tätigkeiten, wie das Treten eines Blasebalgs, bzw. der Antrieb einer Töpferscheibe oder eines Spinnrades mit dem linken Bein ausgeführt wurden. Möglicherweise stützten sich die Individuen auch bevorzugt mit dem linken Bein ab und belasteten es dementsprechend stärker.



**Abb. 52:** Aufgetragen sind die Indexwerte des rechten und des linken Index platymericus der Individuen aus Kelheim

Zusammengefasst: Wie bereits in Unterigling lässt sich für die Femora eine deutliche „Bevorzugung“ der linken Körperseite feststellen; die Humeri dagegen sind eher auf der rechten Körperseite kräftiger ausgeprägt. Dass nur ein Teil der Individuen besonders hohe Robustizität aufwies, lässt auf Arbeitsteilung innerhalb der Kelheimer Bevölkerung schließen. Dies galt sowohl für Männer als auch für Frauen und wird im Folgenden anhand des Gelenkstatus überprüft.

## **Degenerative Erkrankungen der Gelenke**

Zur Bestimmung des Gelenkstatus konnten nur jene 60% der ( $\geq$  juvenilen) Individuen herangezogen werden, welche genau alters- und geschlechtsbestimmt waren, es können also nur Trends festgestellt werden.

Bei den Kelheimer Männern war wiederum eine insgesamt höhere Belastung der Gelenke erkennbar (Abb. 53). Am stärksten waren die Schulter- (28%) und Hüftgelenke (27%) von Verschleißerscheinungen betroffen. Aber auch die Knie-, sowie die proximalen und distalen Sprunggelenke wiesen Verschleißerscheinungen auf, welche nicht nur altersabhängig waren. Bei den Veränderungen der proximalen Handgelenke und der Radioulnargelenke muss eher an altersbedingte Verschleißerscheinungen gedacht werden. Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs sind die Tendenzen nicht so deutlich zu erkennen wie bei der Bevölkerung von Unterigling.

Die Veränderungen der Schultergelenke sind wieder auf die Belastungen durch körperliche Schwerstarbeit zurückzuführen, wobei sie jedoch verstärkt erst in der maturaen Altersklasse auftraten. Zu denken wäre z.B. an Holzfäller, Schmiede und Lastenträger. Sowie an jene Individuen, welche die Schächte für die Eisenverhüttung errichteten, das Eisenerz abbauten bzw. in die Öfen einbrachten oder die Eisenschlacke herausholten, anstrengende körperliche Arbeit, welche teilweise auch eine gebückte Körperhaltung voraussetzte. Derartige Arbeiten schädigen natürlich auch die Hüft- und Kniegelenke (Schmidt, 1982).

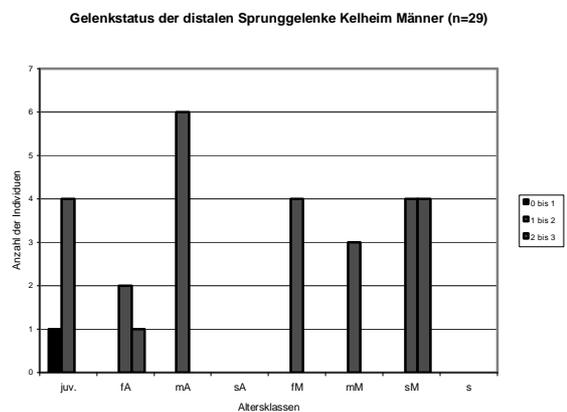
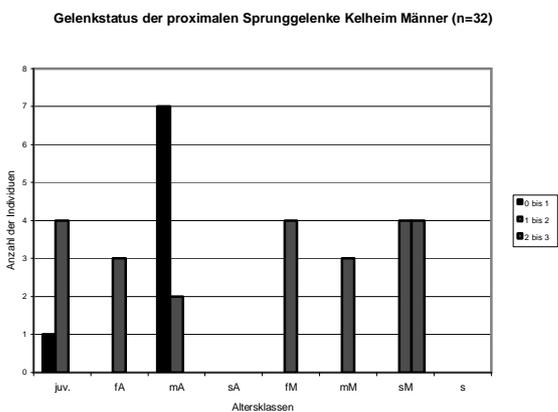
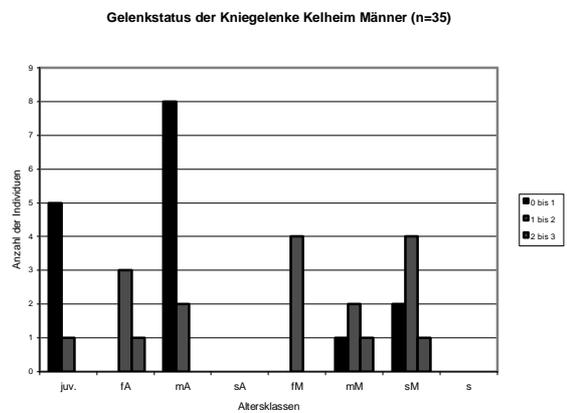
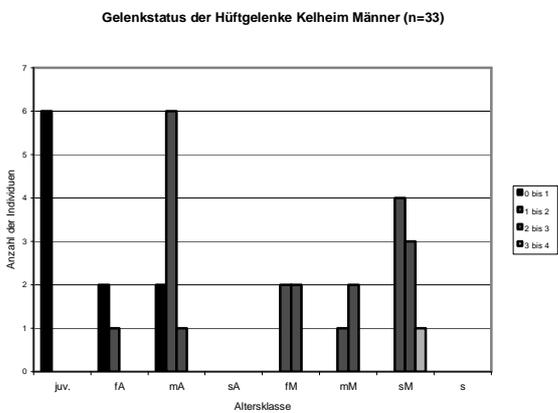
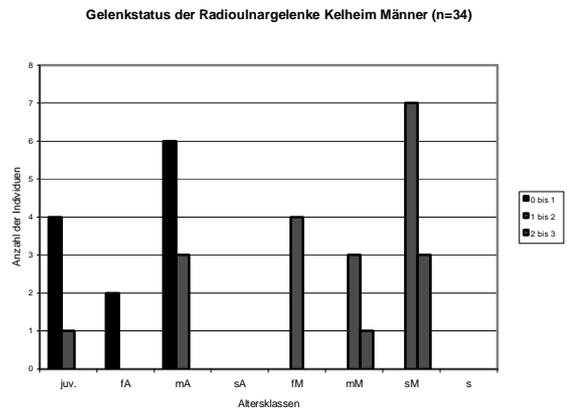
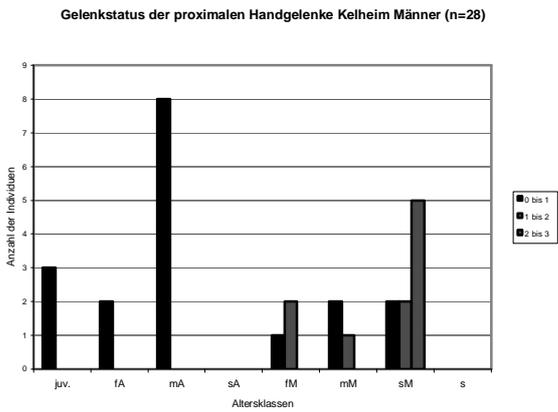
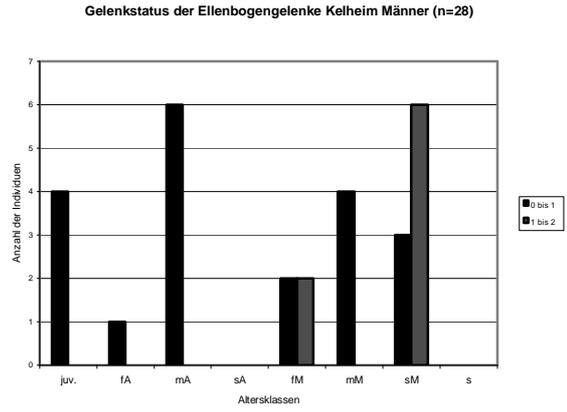
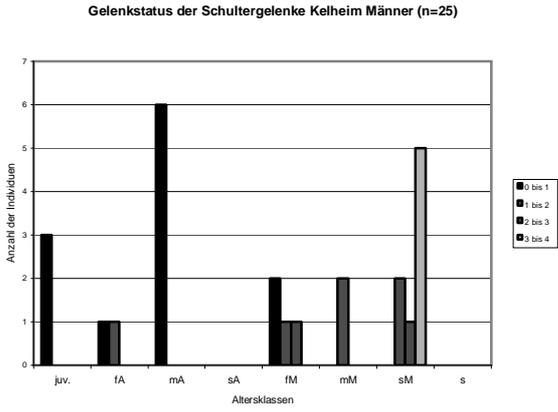
Das Eisenerz musste über hügeliges bis bergiges Gelände bis zur Altmühl bzw. Donau transportiert werden, um dann auf dem Flussweg nach Kelheim zu gelangen. Der Transport erfolgte in unwegsamem Gelände teilweise zu Fuß, das heißt schwere Lasten mussten über mehrere Kilometer getragen werden. Selbst wenn Ochsespanne diese Arbeit übernehmen konnten, war es sicherlich kräftezehrend, diese auf den Wegen zu halten. Allein der Transport des Eisenerzes stellte also eine Kraft raubende Arbeit dar, welche mehrere Tage dauern konnte.

Das Eisen musste in die Öfen eingebracht und die anfallende Eisenschlacke daraus entfernt werden. Durch das Steigen und Klettern unter Belastung, sowie das schnelle Gehen auf unebenem Boden werden die Hüftgelenke zusätzlich beansprucht (Schmidt, 1982). Da auch die Robustizitäts-Indizes der Femora der männlichen Individuen erhöhte Werte aufwiesen, kann davon ausgegangen werden, dass diese Individuen häufig lange Wegstrecken, womöglich unter Belastung, zurücklegen mussten.

Einige der Kelheimer waren sicherlich Bauern, welche ihren Lebensunterhalt mit der Bewirtschaftung von Feldern und der Viehhaltung und -zucht verdienten. Auch die landwirtschaftliche Tätigkeit beinhaltete viele Arbeitsschritte, welche vor allem die Schulter- und Hüftgelenke belasteten, und so zu verstärkten Verschleißerscheinungen eben jener Gelenke führten (vgl. Unterigling).

Möglich wäre auch eine Tätigkeit als Fischer auf bzw. an Altmühl und Donau. Das Rudern auf den Flüssen würde wiederum die Schultergelenke und Oberarme belasten (Spennemann, 1986).

Eine genaue Zuordnung „beruflicher Tätigkeiten“ ist nicht möglich, zumal nicht die gesamte Population ausgewertet werden konnte.

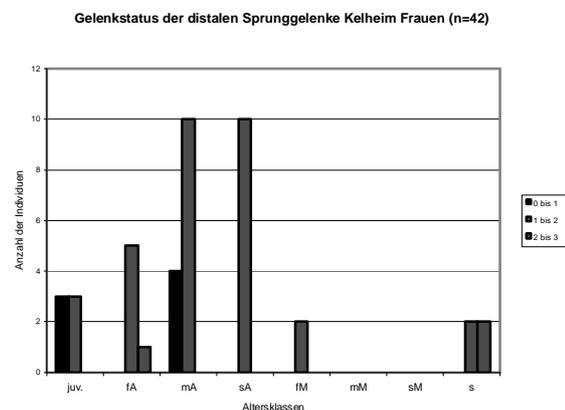
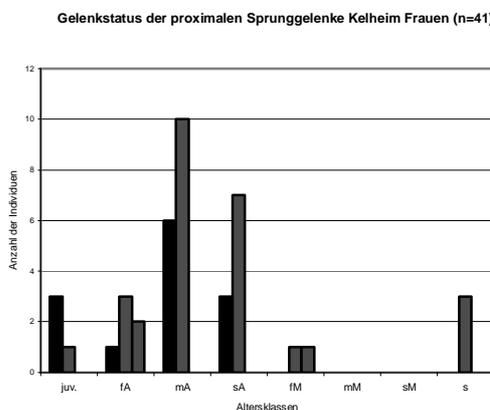
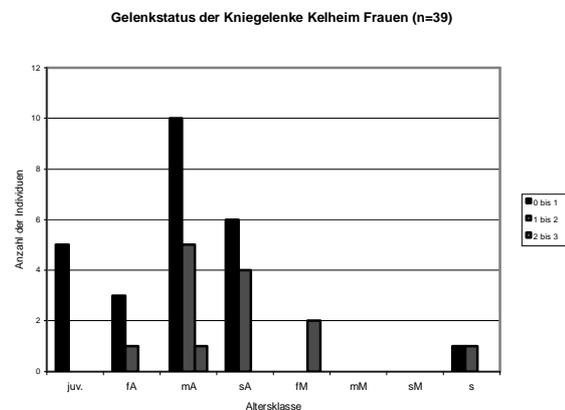
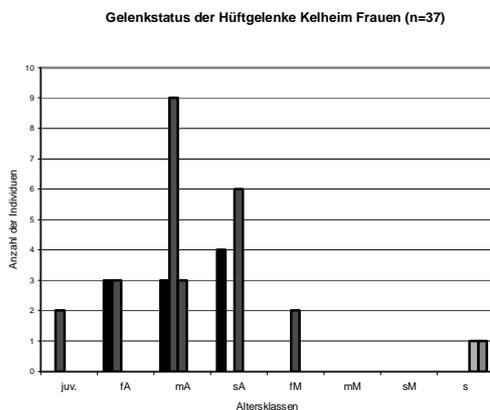
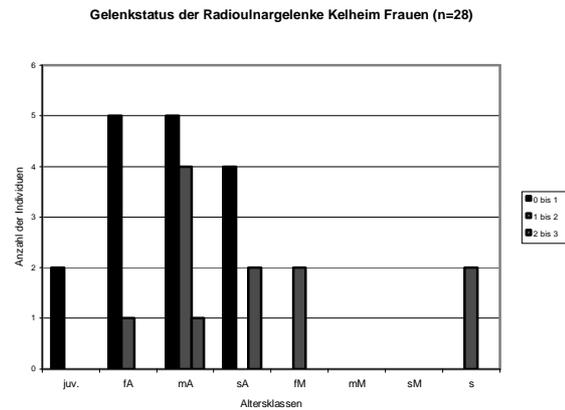
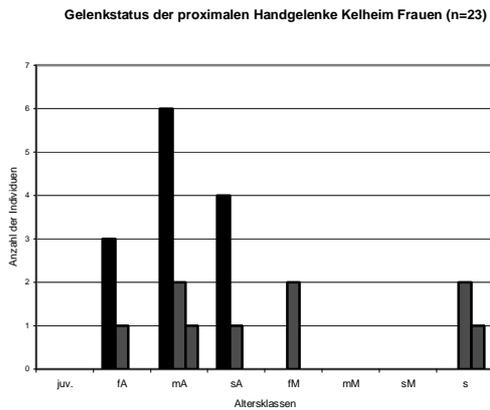
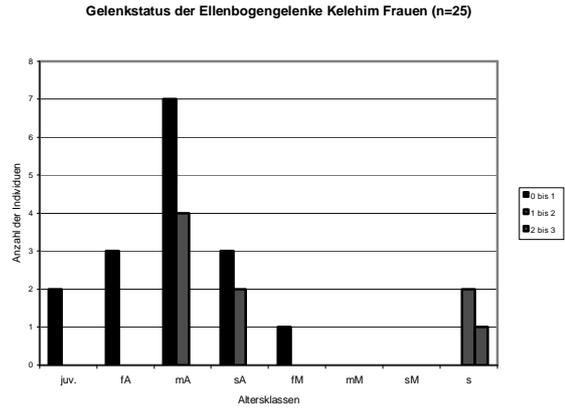
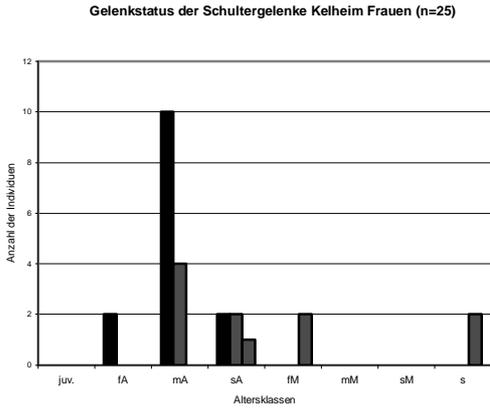


**Abb. 53:** Gelenkstatus der verschiedenen Gelenke der männlichen Individuen aus Kelheim

Bei den Kelheimer Frauen waren 35% der untersuchten Hüftgelenke von degenerativen Veränderungen betroffen (Abb. 54). Wie bei den Männern wurden ferner Verschleißerscheinungen der Kniegelenke (8%), sowie der proximalen und distalen Sprunggelenke (je 7%) gefunden. Da diese sämtlich schon früh im Leben auftraten, kann davon ausgegangen werden, dass es sich um degenerative Veränderungen handelte, welche auf alltägliche Bewegungsabläufe, also Aktivitätsmuster, zurückzuführen sind.

Das Gehen auf unebenem Boden, beispielsweise neu umgepflügten Feldern (Faber, 2001) stellt eine große Belastung für die Gelenke der unteren Extremitäten dar. Auch das Zurücklegen langer Wegstrecken führt zu Verschleißerscheinungen dieser Gelenke. Stehen über längere Zeit - beispielsweise beim Verkauf von Produkten an einem Marktstand - wirkt sich belastend auf Hüft- und vor allem Kniegelenke aus (Schmidt, 1982).

Deutlich degenerativ verändert waren ferner 20% der untersuchten Schultergelenke.



**Abb. 54:** Gelenkstatus der unterschiedlichen Gelenke der weiblichen Individuen aus Kelheim

Die Kelheimer Männer leisteten zum Teil schwere körperliche Arbeit (vgl. Verschleißerscheinungen der Schulter- und Hüftgelenke, sehr hohe Werte des Humerus Längen-Dicken-Index und des Femur Robustizitäts-Index). Die klassische Rollenverteilung des frühen Mittelalters gilt also auch für die Bevölkerung von Kelheim. Die Männer waren in „Berufen“ tätig, welche sehr viel körperliche Kraft abverlangten, während sich die Frauen um Haus und Hof kümmerten. Behrend (1976 in Schmidt, 1982) stellte fest, dass Hüftgelenksarthrosen in bäuerlichen Bevölkerungen besonders häufig waren. Es ist durchaus plausibel, dass auch ein gewisser Anteil dieses Kelheimer Bevölkerungsausschnitts in der Landwirtschaft tätig war.

### **Muskelmarken**

13 männliche und 3 weibliche Individuen wiesen auffallend starke Muskelansatzstellen an beiden Humeri auf. Es handelte sich um 6 Männer aus der adulten und 7 aus der maturen Altersklasse, alle drei Frauen waren adult. Bei drei männlichen Individuen war nur ein verstärkter Muskelansatzbereich am rechten Humerus festzustellen. Es handelt sich jeweils um die Region der Tuberositas deltoidea, an welcher der Musculus deltoideus ansetzt, welcher an allen Armbewegungen im Schultergelenk beteiligt ist (Platzer, 2003).

Individuen, welche einen verstärkten Muskelansatz an den Humeri aufwiesen, zeigten auch erhöhte Werte des Humerus Längen-Dicken-Index - beides Hinweise auf körperliche Schwerstarbeit, die aber wohl nur einen geringen Teil der Skelettpopulation betraf. Hingegen wiesen nur drei Frauen verstärkte Muskelmarken als Hinweis auf entsprechend intensiven Muskeleinsatz auf.

Auch 2 Individuen aus dem Kreisgraben („Kh RG 2“ und „Kh RG 3“) sowie jenes der Zentralbestattung wiesen deutliche Muskelansatzstellen an den Humeri auf. Die Kreisgrabenbestattungen hatten mit ihren Indexwerten überwiegend im Durchschnitt gelegen. Individuum „Kh RG 3“ wies lediglich einen relativ hohen Wert des linken Femur Robustizitäts-Index auf. Die Gelenke der Individuen aus dem Kreisgraben zeigten geringe bis mäßige Verschleißerscheinungen, betroffen waren vor allem Schulter- und Hüftgelenke. Individuen vergleichbaren Alters aus anderen Bestattungsarealen wiesen allerdings stärkere degenerative Veränderungen auf. Es handelte sich also bei den Kreisgraben-Individuen eher um altersbedingte Verschleißerscheinungen, ohne dass sie allzu schweren körperlichen Belastungen ausgesetzt waren.

Der Mann aus der Zentralbestattung, vermutlich adeliger Herkunft, zeigte trotz des jugendlichen Alters von 17-20 Jahren schon erstaunlich starke Muskelmarken am Humerus. Möglicherweise entwickelte er sie im Rahmen „militärischer Ausbildung“, als er sich im Gebrauch der Waffen übte.

## Degenerative Erkrankungen der Wirbel

Die Wirbel wurden nur auf allgemeine Veränderungen untersucht, am häufigsten fanden sich Zeichen von Spondylosis deformans (Tabelle 23). Die meisten arthrotischen Veränderungen konnten im Bereich der Halswirbel, vor allem des Dens axis festgestellt werden, der Atlas war deutlich seltener betroffen. Bei 4 Individuen (2 männlich, 1 weiblich, 1 „nicht geschlechts-bestimmbar“) konnten Anzeichen einer Hypervaskularisierung, welche auf Tuberkulose hinweisen könnte, festgestellt werden.

**Tabelle 23:** Auffälligkeiten der Wirbel der erwachsenen Individuen aus Kelheim

<b>Auffälligkeiten im Bereich der Wirbel</b>	<b>Anzahl der betroffenen männlichen Individ.</b>	<b>Anzahl der betroffenen weiblichen Individ.</b>
spondyl. Veränderung der Halswirbel (außer Atlas und Dens axis)	13	5
spondyl. Veränderungen der Brustwirbel	14	2
spondyl. Veränderungen der Lendenwirbel	12	3
spondyl. Veränderungen des Dens axis	11	3
spondyl. Veränderungen des Atlas	5	1
Schmorl'sche Knorpelknötchen	5	5
Hypervaskularisierung	2	1

Auch bei den Kelheimern waren die männlichen Individuen wesentlich häufiger von Veränderungen der Wirbel betroffen. Dies ist aufgrund der oben genannten Befunde auch nicht verwunderlich: Durch einseitig statische Arbeit, eine einseitige Körperhaltung sowie das Arbeiten in Zwangshaltungen (z.B. gebückte Körperhaltung) wird die Wirbelsäule besonders stark beansprucht. So erkrankten Individuen, welche dauerhaft schwere Lasten zu tragen haben, häufiger an Spondylosis deformans im Bereich der Brustwirbelsäule. Auch die Lendenwirbelsäule ist bei Lastenträgern häufiger von Veränderungen betroffen (Schmidt, 1982).

## Pathologien

Zwei Individuen, ein maturaer Mann und eine adulte Frau, hatten sich ein mittlerweile verheiltes stumpfes Trauma am Os occipitale zugezogen, vermutlich durch einen Fall auf den Hinterkopf. Bei einem weiteren maturaen Mann, bestattet im Kreisgrabenbereich, konnten Hinweise auf einen Schlag auf den Hinterkopf mit einem stumpfen Gegenstand festgestellt werden, die Läsion war ebenfalls verheilt.

Insgesamt fanden sich 13 Frakturen der oberen und 2 der unteren Extremitäten (Tabelle 24). Die Frakturen der oberen Extremitäten wurden bei sieben männlichen (zwei Individuen hatten jeweils zwei Frakturen) und drei weiblichen Individuen (ein Individuum hatte zwei Frakturen) gefunden. Auffallend war die Häufung von Ulnafrakturen (insgesamt 7) im Vergleich mit der Bevölkerung von Unterigling. Prinzipiell sind Frakturen der Ulna freilich die häufigsten in mittelalterlichen

(Skelett)Populationen (Kunter, 1974). Bei fünf der Ulnabrüche handelte es sich um Parierfrakturen, infolge reflexartiger Abwehr äußerer (Gewalt-)Einwirkung (Kunter, 1974). Diese Brüche verheilen im Allgemeinen gut, da der Radius als „Schiene“ dient.

Eine der beiden nachgewiesenen verheilten Humerusfrakturen fand sich bei einem erst 4-5 Jahre alten Mädchen.

**Tabelle 24:** Anzahl und Art der Traumata der Individuen aus Kelheim

verheiltes stumpfes Trauma am Os occipitale (durch Sturz)	2	
verheiltes stumpfes Trauma durch Schlag auf den Hinterkopf	1	
Fraktur Sternum (verheilt)	1	
Claviculafraktur (verheilt)	re: 1	li: 2
Humerusfraktur (verheilt)	re: /	li: 2
Ulnafraktur (verheilt)	re: 4	li: 3
Fibulafraktur (verheilt)	re: /	li: 2

Alle Frakturen waren gut verheilt, die Skelettelemente wieder mehr oder wenig funktionsfähig, was auf gewisse medizinische Kenntnisse hinsichtlich Einrichten/Schienen von Brüchen sowie Wundbehandlung schließen lässt.

Die diagnostizierten Frakturtypen bzw. die keinesfalls auffallende Frakturhäufigkeit geben keinen Hinweis auf kriegerische/gewaltsame Auseinandersetzungen, denen die Kelheimer ausgesetzt waren.

### **Mangelerkrankungen**

Die bestimmten Indexwerte und die Analyse der degenerativen Erkrankungen führten zu der Schlussfolgerung, dass es sich bei einigen Kelheimer Individuen um Schwerarbeiter handelte, welche einen entsprechend erhöhten Kalorienverbrauch hatten (Schmidt, 1982). Kann der Bedarf nicht gedeckt werden, können Mangelerkrankungen auftreten. Tatsächlich wiesen die Kelheimer Skelette teilweise Anzeichen von Cribra orbitalia und protischen Hyperostosen auf, welche, spezifisch oder unspezifisch, auf solche Mangelerkrankungen hinweisen, ferner Rachitis/Osteomalazie-Symptome. Ungünstige Witterungseinflüsse können den Ernteertrag verringert haben; auch die Tatsache, dass Kelheim des Öfteren von Hochwassern heimgesucht wurde (Meier, 2005) könnte ein Grund für Missernten gewesen sein. Eine ausreichende und qualitativ hochwertige Ernährung war sicher nicht zu allen Zeiten für alle Individuen gesichert.

10 Individuen wiesen eine unphysiologische Krümmung der Langknochen, am häufigsten der Ulna, auf, welche als ein Anzeichen von Vitamin D-Mangel zu deuten ist. Bei weiteren 10 Individuen konnten unphysiologisch gekrümmte Langknochen sowie gleichzeitig Anzeichen von Cribra orbitalia festgestellt werden. 30 weitere Individuen zeigten nur Anzeichen von Cribra orbitalia. Cribra orbitalia können auf verschiedene, mit Anämien einhergehende Mangelzustände bzw. Erkrankungen hinweisen:

Eisenmangel, Wurmbefall, Sichelzellanämie, Thalassämie (Claassen, 1989) sowie weitere ernährungsbedingte Anämien (Hühne-Osterloh, 1997).

Viele Kinder fielen vermutlich Mangelkrankungen zum Opfer, wie schon für mehrere Gräberfelder festgestellt wurde (Grupe et al., 2005). 10 der Kelheimer Kinder zeigten porotische Hyperostosen als ein Zeichen von Vitamin C-Mangel (Möller-Barlowsche Krankheit). Bei 11 Kindern konnten porotische Hyperostosen sowie gleichzeitig Cribra orbitalia festgestellt werden. 5 kindliche Individuen zeigten nur Anzeichen von Cribra orbitalia. Bei 4 Kindern konnte eine unphysiologische Krümmung der Langknochen als Hinweis auf Rachitis/Vitamin D-Mangel festgestellt werden. Die Ernährungslage des Großteils der Kelheimer Kinder war demnach sehr schlecht, was sich in der hohen Morbidität und Mortalität der Kinder widerspiegelt.

### **Deskriptiva**

Bei insgesamt 4 Individuen, 2 Frauen und 2 Männern, konnte eine Patella mit einer Emargination am lateralen proximalen Rand (Platzer, 2003) beobachtet werden. Es könnte sich hier um einen habituellen Stressmarker handeln (vgl. Unterigling) (Binder et al., 2006), da diese Fehlbildung durch eine häufige und anhaltende Flexion des Knies entsteht, wie sie beim Hocken vorkommt (Binder et al., 2006). Drei der Individuen waren in der an den Kreisgraben grenzenden Grabgruppe bestattet, ein Mann in der Siedlung.

Bei fünf Individuen war ein Foramen supratrochleare festzustellen, darunter bei einer Bestattung aus dem Kreisgraben („Kh RG 7“) und der Zentralbestattung. Es könnte sich also bei der Frau „Kh RG 7“ um eine Verwandte des jungen Mannes aus der Zentralbestattung gehandelt haben, weshalb sie auch in enger Gefolgschaft der Zentralbestattung bestattet wurde.

Bei 11 Individuen der Kelheimer Bevölkerung konnten Worm'sche Knochen diagnostiziert werden. 5 dieser Individuen waren in der an den Kreisgraben angrenzenden Grabgruppe bestattet, ein Individuum im Kreisgraben selbst („Kh RG 1“). Bei 12 Individuen waren die Ansatzstellen der Kaumuskulatur im Schläfenbereich stark ausgeprägt, was bedeutet, dass sie einer erhöhten „Kaubelastung“ ausgesetzt waren.

### 4.2.3 Chronologische Bestimmung des Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement

Das chronologische Sterbealter der Individuen des Gräberfeldes von Kelheim-Kanal 1 wurde von Frau Dipl.-Biol. Heidi Herbst, München, bereits im Rahmen ihrer Diplomarbeit untersucht (Herbst, 2004). Da sich aber aufgrund der erneuten morphologischen Befunderhebung an den Kelheimer Skeletten (vgl. Kap. 3.1) diverse Veränderungen in der Alters- und Geschlechtsbestimmung ergaben, wurde die Skelettpopulation einer erneuten Auswertung unterzogen.

Insgesamt standen von 51 juvenilen und erwachsenen Individuen der Kelheimer Bevölkerung Zahnproben zur Bestimmung des chronologischen Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement zur Verfügung (Tabelle A10 im Anhang). Eine Zahnprobe war aufgrund ihres schlechten Erhaltungsgrades nicht auswertbar, es verblieben also 24 (48%) auswertbare männliche und 26 (52%) auswertbare weibliche Individuen.

Nur Prämolaren wurden für die Analyse extrahiert; am häufigsten wurde der  $P_1$  des rechten Unterkiefers verwendet ( $n=23$ ; 46%), gefolgt vom  $P_1$  ( $n=7$ ; 14%) und  $P_2$  ( $n=9$ ; 18%) des linken Unterkiefers.

Die Verteilung des chronologischen Sterbealters der Kelheimer Bevölkerung zeigt vier lokale Maxima (Abb. 55): Jeweils vier Individuen verstarben mit 21, 27, 28 und 29 Jahren. Die höchste Sterblichkeit lag somit in der mittel-adulten Altersklasse; das älteste Individuum wurde 42 Jahre alt. Höhere Altersklassen wurden bei der chronologischen Altersbestimmung nicht erreicht - bei der morphologischen Altersbestimmung hingegen waren sowohl mature (24%) als auch senile (7%) Individuen verzeichnet worden. 35 (70%) der zahnzementhistologisch auswertbaren juvenilen und erwachsenen Individuen verstarben nach der chronologischen Altersbestimmungsmethode in einem Alter bis zu 30 Jahren.

Chronologisches Sterbealter Kelheim ges. (n=50)

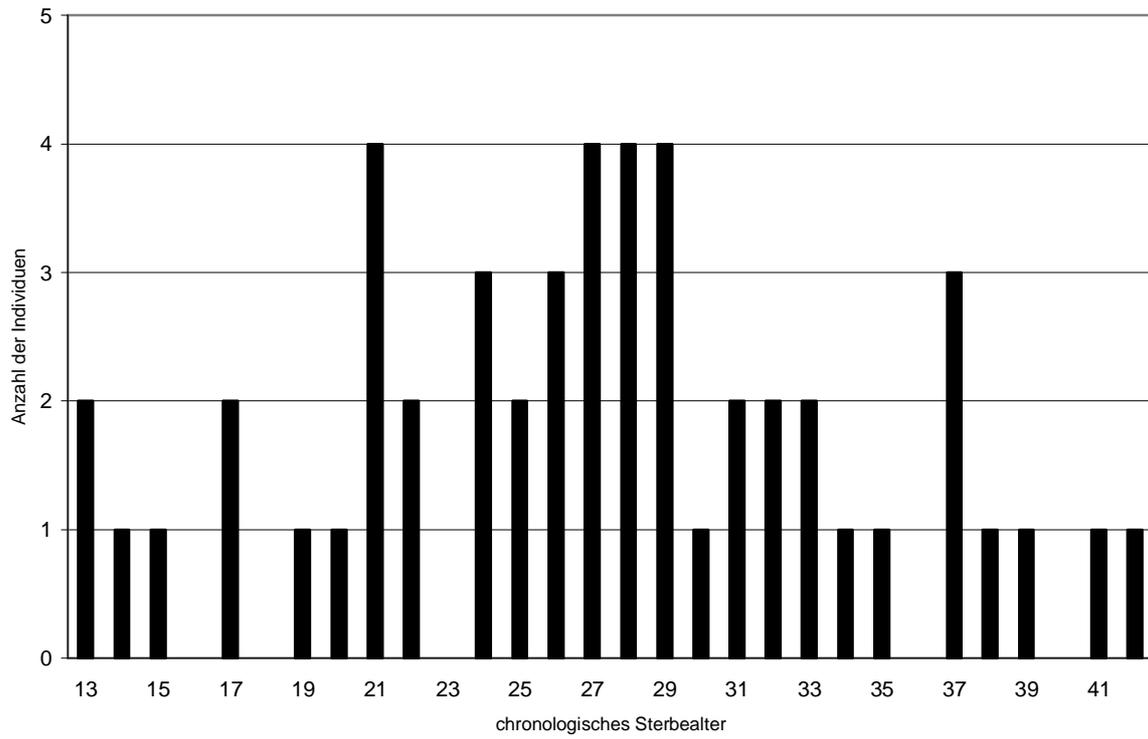
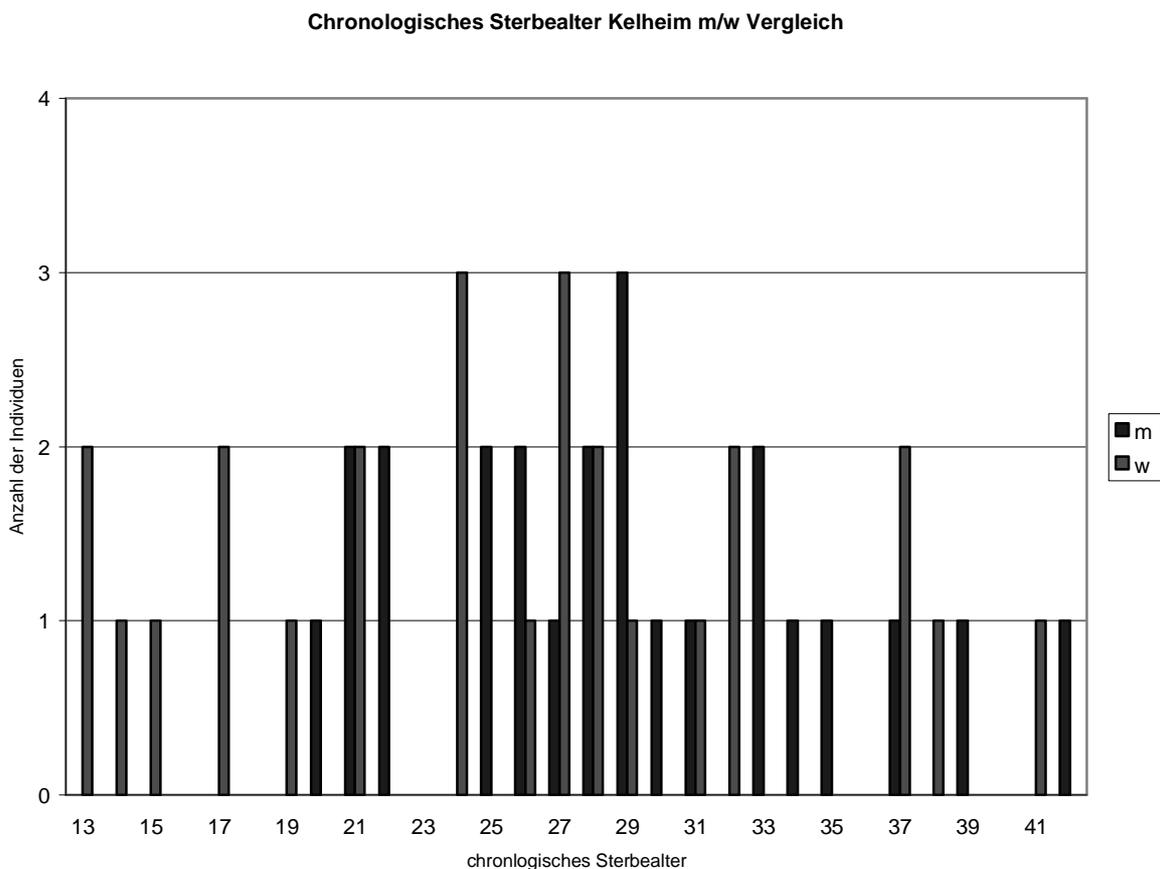


Abb. 55: Altersverteilung der Bevölkerung von Kelheim nach der chronologischen Bestimmung des Sterbealters

Das Sterbemaximum der Männer lag mit drei Individuen bei 29 Jahren (Abb. 56). Das älteste Individuum wurde 42 Jahre. 17 (71%) der erwachsenen männlichen Individuen verstarben in einem Alter von bis zu 30 Jahren.

Die höchste Sterblichkeit für die 26 untersuchten weiblichen Individuen lag in einem Alter von 24 und 28 Jahren, also wiederum in der adulten Altersklasse. Das älteste Individuum wurde 41 Jahre alt. 19 (73%) Individuen erreichten ein Alter von maximal 30 Jahren.

Beim direkten Vergleich des chronologischen Sterbealters von männlichen (n=24) und weiblichen (n=26) Individuen fiel auf, dass einige weibliche Individuen schon in der juvenilen Altersklasse (13 bis 19 Jahre) verstarben, die männlichen erst ab Anfang 20.



**Abb. 56:** Vergleich des chronologischen Sterbealters von männlichen (n=24) und weiblichen (n=26) Individuen der Bevölkerung von Kelheim

Auch bei der Skelettpopulation von Kelheim wurde also eine relativ hohe Sterblichkeit in der adulten Altersklasse festgestellt, welche auf die allgemein schlechten Lebensbedingungen zurückzuführen ist. Das Fehlen von Individuen in den höheren Altersklassen hat vermutlich methodische Gründe, da nach der morphologischen Altersbestimmung durchaus mature und senile Individuen vertreten waren. Die Gründe für diese Abweichungen werden in Kap. 5.1 diskutiert.

#### **4.2.4 Ergebnisse der Kollagen-Gelatine-Extraktion/Isotopenanalyse**

Für Kelheim galten die gleichen Richtlinien bzgl. des Erhaltungsgrades des Kollagens wie für Unterigling (vgl. Kap. 4.1.4). Auch aus der Skelettpopulation von Kelheim wurden nur Stichproben untersucht.

##### **Ausbeute an Kollagen**

Aus dem Gräberfeld von Kelheim-Kanal I wurden 81 Knochenproben einer Kollagen-Gelatine-Extraktion unterzogen, darunter auch sieben Bestattungen des Kreisgrabens und die Zentralbestattung Sieben Proben (8,6%) lieferten kein Lyophilisat. Zwei Knochenproben (je Probe zwei Extraktionen) wurden nicht in die Auswertung einbezogen, weil die zeitliche Einordnung sich nachträglich als nicht eindeutig herausstellte (persönliche und schriftliche Mitteilung vom Januar 2005 von Herrn Dr. Thomas Meier, Institut für Vor- und Frühgeschichte und provinzialrömische Archäologie der LMU München, 2005).

Die Ausbeute an Kollagen schwankte zwischen 0,79mg und 23,5mg (Tabelle 25).

Ferner wurden 44 Tierknochenproben der Extraktionsprozedur unterzogen. 22 (50%) Proben lieferten kein Kollagen, die Ausbeute schwankte zwischen 0,35mg und 10,40mg (Tabelle 26).

Aus Tabelle 25 ist zu entnehmen, dass der quantitative Richtwert für gut erhaltenes Kollagen (1% des Trockengewichts; Ambrose, 1993) von 17 (21%) menschlichen Knochenproben nicht erreicht wurde; bei den Tierknochenproben waren es 14 (32%). Das Kollagen war demnach in einem eher mäßigen Erhaltungszustand (Tabelle 26).

**Tabelle 25:** Angegeben ist die Ausbeute an Kollagen der menschlichen Knochenproben aus Kelheim (n=70). Am Ende der Tabelle befinden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen vor und nach der Korrektur (Auslese Kriterien vgl. Kap. 4.1.4).

Bef. Nr.	Skelettelement	Einwaage Knochenmehl (mg)	Ausbeute Lyophilisat (mg)	Ausbeute in % der Einwaage
Kh 1	Rippe	502,70	4,08	0,81
Kh 2	Rippe	500,16	4,04	0,81
Kh 3	Rippe	497,92	3,89	0,78
Kh 4	Rippe	510,30	4,82	0,94
Kh 5	Rippe	504,30	7,24	1,44
Kh 12/1	Rippe	503,50	5,70	1,13
Kh 16	Rippe	505,00	3,72	0,74
Kh 17	Rippe	509,60	4,83	0,95
Kh 18	Rippe	507,10	18,83	3,62
Kh 21	Rippe	507,80	13,88	2,73
Kh 23	Rippe	500,60	8,11	1,62
Kh 25	Rippe	507,50	10,38	2,05
Kh 27/1	Rippe	507,50	7,06	1,39
Kh 29	Rippe	505,40	4,79	0,95
Kh 33/1	Rippe	505,14	5,06	1,00
Kh 34	Rippe	500,11	7,86	1,57
Kh 36/1	Rippe	495,96	13,68	2,76
Kh 39	Rippe	503,90	7,32	1,45
Kh 40	Rippe	500,40	4,28	0,86
Kh 42	Rippe	500,58	6,00	1,20
Kh 43 Nord	Rippe	503,70	18,62	3,70
Kh 48	Rippe	506,40	12,04	2,38
Kh 49	Rippe	500,50	6,14	1,23
Kh 55	Rippe	503,40	10,03	1,99
Kh 54	Rippe	501,70	6,90	1,38
Kh 58	Rippe	505,99	6,01	1,19
Kh 62	Rippe	503,90	4,93	0,98
Kh 65	Rippe	500,75	17,13	3,42
Kh 66	Rippe	499,96	4,58	0,92
Kh 67	Rippe	512,40	8,13	1,59
Kh 68	Rippe	503,80	19,79	3,93
Kh 71	Rippe	504,40	4,71	0,93
Kh 72	Rippe	504,00	5,67	1,13
Kh 73	Rippe	508,90	8,56	1,68
Kh 75	Rippe	498,41	7,83	1,57
Kh 77	Rippe	506,00	21,74	4,30
Kh 78	Rippe	499,00	7,24	1,45
Kh 80	Rippe	500,69	16,29	3,25
Kh 82	Rippe	506,70	11,59	2,29
Kh 84	Rippe	508,90	9,57	1,88
Kh 85	Rippe	503,02	16,32	3,24
Kh 86 Nord	Rippe	503,20	7,57	1,50
Kh 94	Rippe	506,60	4,61	0,91
Kh 97	Rippe	504,70	7,56	1,49
Kh 98	Rippe	505,20	11,28	2,23
Kh 119	Rippe	500,91	5,76	1,15
Kh 122	Rippe	505,80	14,31	2,83

Bef. Nr.	Skelettelement	Einwaage Knochenmehl (mg)	Ausbeute Lyophilisat (mg)	Ausbeute in % der Einwaage
Kh 123	Rippe	496,94	10,29	2,07
Kh 124	Rippe	496,85	17,72	3,57
Kh 128	Rippe	505,00	2,33	0,46
Kh RG1	Rippe	501,75	4,56	0,91
Kh RG 2	Rippe	505,00	5,36	1,06
Kh RG 3	Rippe	501,80	10,82	2,16
Kh RG 4	Rippe	503,10	6,54	1,29
Kh RG 6	Rippe	509,28	8,20	1,61
Kh RG 7	Rippe	500,04	17,02	3,40
Kh RG 8	Rippe	500,60	5,80	1,16
Kh Zentr.	Phalanx	254,81	5,93	2,33
Kh Zentr. nochmal	Phalanx	249,48	0,79	0,32
K.K. 8	Tibiafragment	504,50	8,70	1,72
K.K. 10	Rippe	510,30	3,70	0,73
K.K. 15	Tibiafragment	501,30	16,10	3,21
K.K. 18/2	Rippe	511,40	12,50	2,44
K.K. 45	Rippe	503,10	3,70	0,74
K.K. 56	Rippe	503,70	5,20	1,03
K.K. 59	Rippe	508,60	23,50	4,62
K.K. 60	Rippe	504,60	19,20	3,80
K.K. 101	Rippe	503,00	16,80	3,34
K.K. 125	Rippe	510,10	14,80	2,88
K.K. 121	Rippe	510,70	15,30	3,00
		<b>Mittelwert</b>	<b>9,36</b>	<b>1,87</b>
		<b>Median</b>	<b>7,57</b>	<b>1,54</b>
		<b>Standardabw.</b>	<b>5,32</b>	<b>1,05</b>
		<b>Mittelwert (Korrektur)</b>	<b>10,29</b>	<b>2,07</b>
		<b>Median (Korrektur)</b>	<b>9,03</b>	<b>1,88</b>
		<b>Standardab. (Korrektur)</b>	<b>5,61</b>	<b>1,10</b>

**Tabelle 26:** Angegeben ist die Ausbeute an Kollagen der tierischen Knochenproben aus Kelheim (n=22). Am Ende der Tabelle befinden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen vor und nach der Korrektur (Auslese Kriterien vgl. Kap. 4.1.4).

Bef. Nr.	Spezies	Skelettelement	Einwaage Knochenmehl (mg)	Ausbeute Lyophilisat (mg)	Ausbeute in % der Einwaage
BV16/02 77I75	Huhn	Ulna li	250,82	10,40	4,15
BY15/25 77I31	Pferd	Femur	251,68	0,43	0,17
BV12/08 77I1534	Rind	Tibia	258,46	0,35	0,14
BL14/42 77I602	Rind	Mandibula	251,52	1,78	0,71
BV12/08 1535	Rind	Cranium	257,85	2,59	0,39
BX13/27 77I39	Rind	Halswirbel	254,15	0,42	0,17
BT12/27 77I128	Schwein	Humerus	254,94	0,53	0,21
BV12/08 77I63d	Schwein	MetacarpusIII	257,55	1,04	0,40

Bef. Nr.	Spezies	Skelettelement	Einwaage Knochenmehl (mg)	Ausbeute Lyophilisat (mg)	Ausbeute in % der Einwaage
BV15/103 77I71	Schwein	Rippe	252,25	5,63	2,23
BY15/01a 77I29	Schwein	Maxilla re	253,46	4,63	1,83
BV16/02 77I75	Schaf/Ziege	Mandibula re	255,43	0,88	0,34
BW12/27 77I52	Schwein	Phalanx	251,07	2,33	0,93
BV12/08 77I63d	Schwein	Rippe	249,21	1,11	0,45
BT12/27 77I128	Rind	Radius	254,46	0,94	0,38
BY15/25 77I31	Schaf	Metatarsus	257,52	2,80	1,09
BV12/08 77I535	Schaf/Ziege	Mandibula	252,05	0,93	0,37
BY15/1a 77I29	Schaf/Ziege	Radius	250,36	0,67	0,27
BX13/27 77I39	Schaf/Ziege	Metacarpus	255,61	8,20	3,20
BV 11/10 77I530	Huhn	Radius	258,94	8,40	3,24
BP 11/17 77I245	Huhn	Ulna	218,52	2,84	1,30
BP 11/17 77I245	Rothirsch	Mandibula	261,12	3,45	1,32
BO 14/33 77I312	Reh	Metatarsus	258,54	1,53	0,59
			<b>Mittelwert</b>	<b>2,81</b>	<b>1,09</b>
			<b>Median</b>	<b>1,66</b>	<b>0,52</b>
			<b>Standardabw.</b>	<b>2,83</b>	<b>1,12</b>
			<b>Mittelwert (Korrektur)</b>	<b>3,28</b>	<b>1,28</b>
			<b>Median (Korrektur)</b>	<b>2,81</b>	<b>1,09</b>
			<b>Standardab. (Korrektur)</b>	<b>2,51</b>	<b>0,98</b>

## C- und N-Gehalt in Gewichtsprozent und molares C/N-Verhältnis

In den Tabellen 27 und 28 ist der Gehalt an Kohlenstoff und Stickstoff in Gewichtsprozent sowie das molare C/N-Verhältnis aufgelistet. Proben, welche die Auslese Kriterien hinsichtlich des C/N-Verhältnis nicht erfüllten bzw. deutliche Abweichungen der Gewichtsprozent-Werte aufwiesen wurden ausgesondert, so dass nur 32 Proben in die Auswertung bzgl. der Isotopensignatur einbezogen werden konnten. (Es wurden die gleichen Gütekriterien wie für das Gräberfeld von Unterigling akzeptiert - vgl. Kap. 4.1.4).

Von den Tierknochen erfüllten nur 7 Proben die Gütekriterien.

**Tabelle 27:** Angegeben sind die Gewichtsprozent von N und C, sowie das molare C/N-Verhältnis der menschlichen Knochenproben aus Kelheim (n=70). Die  $\delta^{15}\text{N}$ - und  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte sind ebenfalls angegeben. Am Ende der Tabelle befinden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen vor und nach der Korrektur (Auslese Kriterien vgl. Kap. 4.1.4).

Bef. Nr.	Skelettelement	%N	%C	C/N (molar)	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$
Kh 1	Rippe	7,62	26,61	3,83	10,68	-19,20
Kh 2	Rippe	10,70	35,06	3,82	10,64	-19,44
Kh 3	Rippe	6,09	23,56	4,24	10,73	-19,70
Kh 4	Rippe	9,60	19,07	2,18	14,58	-19,69
Kh 5	Rippe	8,42	19,14	2,65	13,00	-20,77
Kh 12/1	Rippe	13,57	44,66	3,61	10,66	-20,21
Kh 16	Rippe	8,45	30,02	4,14	10,24	-19,98
Kh 17	Rippe	9,65	27,07	3,27	13,10	-19,75
Kh 18	Rippe	13,50	43,26	3,51	10,27	-20,40
Kh 21	Rippe	13,02	42,82	3,84	9,90	-20,61
Kh 23	Rippe	11,96	34,27	3,14	11,45	-19,89
Kh 25	Rippe	11,40	38,39	3,93	9,54	-20,30
Kh 27/1	Rippe	10,99	36,69	3,90	10,51	-20,40
Kh 29	Rippe	10,03	33,70	3,92	10,63	-19,88
Kh 33/1	Rippe	10,02	31,84	3,71	10,96	-20,19
Kh 34	Rippe	10,85	30,63	3,29	12,13	-20,13
Kh 36/1	Rippe	11,11	36,50	3,60	10,56	-20,00
Kh 39	Rippe	10,10	35,02	4,05	9,05	-20,22
Kh 40	Rippe	9,00	27,39	3,34	11,06	-20,15
Kh 42	Rippe	10,92	32,78	3,50	11,07	-20,54
Kh 43 Nord	Rippe	11,68	35,82	3,58	9,82	-20,90
Kh 48	Rippe	13,76	45,07	3,82	10,32	-20,62
Kh 49	Rippe	11,29	36,76	3,80	10,53	-20,36
Kh 55	Rippe	10,75	31,90	3,46	11,39	-19,96
Kh 54	Rippe	12,04	37,31	3,61	10,29	-20,24
Kh 58	Rippe	9,44	33,91	3,94	10,43	-20,25
Kh 62	Rippe	9,72	34,50	3,89	10,81	-19,49
Kh 65	Rippe	11,88	38,43	3,77	10,37	-20,56
Kh 66	Rippe	9,63	33,16	4,02	10,62	-20,16
Kh 67	Rippe	9,84	34,84	4,13	10,60	-20,26
Kh 68	Rippe	14,57	45,29	3,41	10,61	-20,13

Bef. Nr.	Skelettelement	%N	%C	C/N (molar)	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$
Kh 71	Rippe	10,33	25,90	3,41	13,51	-20,58
Kh 72	Rippe	10,37	36,13	4,06	9,34	-19,75
Kh 73	Rippe	9,35	30,13	3,76	9,81	-19,89
Kh 75	Rippe	12,03	37,80	3,67	9,50	-20,71
Kh 77	Rippe	14,15	42,49	3,50	10,64	-20,28
Kh 78	Rippe	11,77	36,12	3,58	10,59	-20,26
Kh 80	Rippe	12,84	41,97	3,58	9,88	-20,20
Kh 82	Rippe	13,39	40,63	3,54	10,38	-20,34
Kh 84	Rippe	11,51	39,27	3,98	10,22	-19,83
Kh 85	Rippe	12,39	40,80	3,84	9,99	-20,13
Kh 86 Nord	Rippe	12,87	39,72	3,38	11,23	-20,12
Kh 94	Rippe	11,99	32,34	3,15	11,33	-19,76
Kh 97	Rippe	12,24	38,98	3,72	11,16	-20,29
Kh 98	Rippe	12,95	40,22	3,62	10,69	-20,20
Kh 119	Rippe	9,72	33,40	3,77	10,40	-20,25
Kh 122	Rippe	16,23	51,16	3,68	10,43	-19,72
Kh 123	Rippe	12,74	43,21	3,72	9,95	-20,10
Kh 124	Rippe	14,57	47,80	3,60	10,62	-20,14
Kh 128	Rippe	9,72	24,77	2,97	13,04	-19,88
Kh RG1	Rippe	6,82	25,59	4,36	9,64	-19,73
Kh RG 2	Rippe	8,50	29,96	4,11	9,05	-20,66
Kh RG 3	Rippe	11,91	32,84	3,02	13,03	-20,87
Kh RG 4	Rippe	8,74	30,49	4,07	9,66	-19,98
Kh RG 6	Rippe	11,27	37,93	3,93	10,47	-20,08
Kh RG 7	Rippe	11,93	39,37	3,62	10,35	-20,33
Kh RG 8	Rippe	13,41	43,72	3,57	9,70	-20,19
Kh Zentr.	Phalanx	10,29	34,07	3,86	9,46	-21,00
Kh Zentr. Noch mal	Phalanx	13,40	33,43	2,91	10,23	-20,63
K.K. 8	Tibiafragment	13,34	43,20	3,78	10,07	-20,31
K.K. 10	Rippe	10,99	33,57	3,57	9,80	-20,29
K.K. 15	Tibiafragment	15,03	33,98	2,64	11,05	-20,09
K.K. 18/2	Rippe	13,21	42,25	3,73	8,85	-19,64
K.K. 45	Rippe	13,36	29,78	2,60	10,11	-20,45
K.K. 56	Rippe	13,98	33,15	2,77	12,72	-19,99
K.K. 59	Rippe	12,44	40,22	3,77	9,59	-20,34
K.K. 60	Rippe	13,68	44,09	3,76	9,96	-20,14
K.K. 101	Rippe	14,93	49,13	3,84	8,89	-20,21
K.K. 125	Rippe	14,76	46,96	3,71	9,73	-19,80
K.K. 121	Rippe	15,01	46,33	3,60	10,37	-20,19
	<b>Mittelwert</b>	<b>11,57</b>	<b>36,12</b>	<b>3,61</b>		
	<b>Median</b>	<b>11,73</b>	<b>35,97</b>	<b>3,70</b>		
	<b>Standardabw.</b>	<b>2,09</b>	<b>6,80</b>	<b>0,41</b>		
	<b>Mittelwert (Korrektur)</b>	<b>12,14</b>	<b>37,42</b>	<b>3,49</b>		
	<b>Median (Korrektur)</b>	<b>12,59</b>	<b>39,13</b>	<b>3,62</b>		
	<b>Standardabw. (Korrektur)</b>	<b>2,55</b>	<b>7,98</b>	<b>0,64</b>		

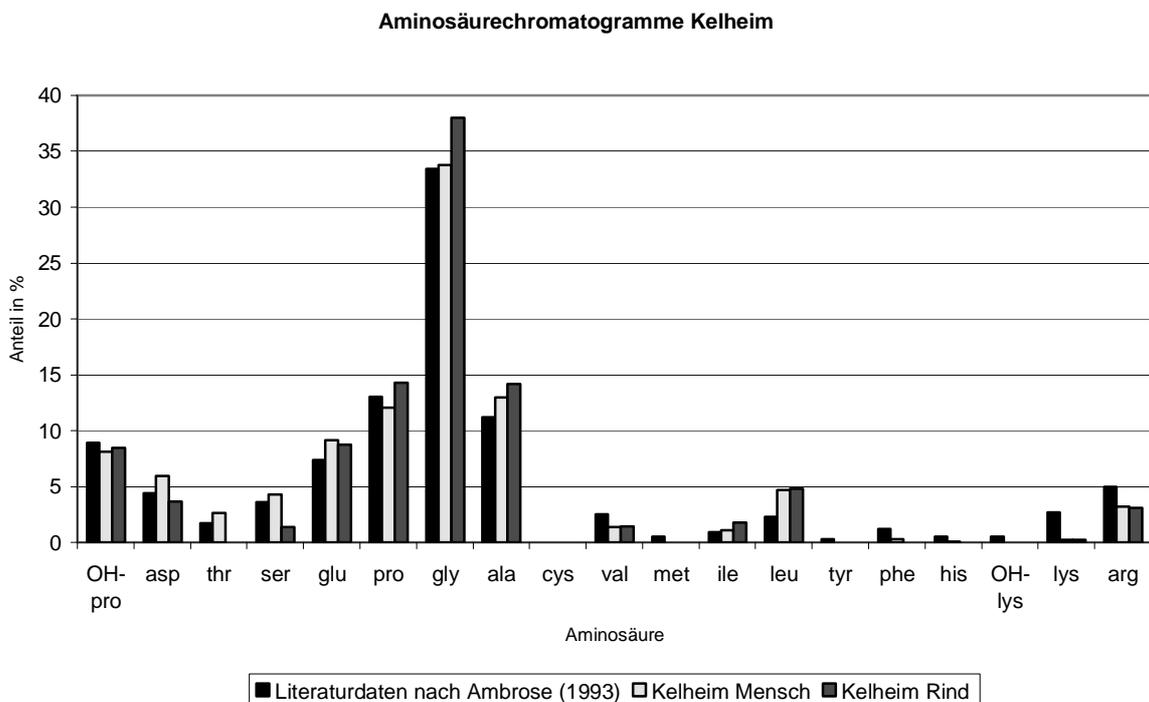
**Tabelle 28:** Angegeben sind die Gewichtsprozentage von N und C, sowie das molare C/N-Verhältnis der tierischen Knochenproben aus Kelheim (n=22). Die  $\delta^{15}\text{N}$ - und  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte sind ebenfalls angegeben. Am Ende der Tabelle befinden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen vor und nach der Korrektur (Auslese Kriterien vgl. Kap. 4.1.4).

Bef. Nr.	Spezies	Skelettelement	%N	%C	C/N (molar)	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$
BV16/02 77175	Huhn	Ulna li	12,22	41,17	3,93	9,74	-21,26
BY15/25 77131	Pferd	Femur	9,55	25,00	3,05	8,74	-23,00
BV12/08 7711534	Rind	Tibia	8,43	22,15	3,07	8,46	-21,89
BL14/42 771602	Rind	Mandibula	10,63	37,05	4,07	4,06	-21,02
BV12/08 1535	Rind	Cranium	15,75	47,30	3,50	8,25	-20,96
BX13/27 77139	Rind	Halswirbel	5,50	51,84	11,00	6,98	-27,71
BT12/27 771128	Schwein	Humerus	10,75	32,36	3,51	7,81	-21,33
BV12/08 77163d	Schwein	MetacarpusIII	12,60	41,97	3,89	6,04	-22,20
BV15/103 77171	Schwein	Rippe	10,21	35,06	4,01	5,91	-21,55
BY15/01a 77129	Schwein	Maxilla re	9,10	32,56	4,18	5,65	-21,86
BV16/02 77175	Schaf/Ziege	Mandibula re	9,87	26,81	3,17	7,34	-22,09
BW12/27 77152	Schwein	Phalanx	17,16	62,71	4,26	7,81	-21,66
BV12/08 77163d	Schwein	Rippe	9,14	29,51	3,77	5,63	-22,59
BT12/27 771128	Rind	Radius	13,48	44,27	3,83	6,07	-22,89
BY15/25 77131	Schaf	Metatarsus	13,66	44,92	3,84	6,62	-22,32
BV12/08 7711535	Schaf/Ziege	Mandibula	10,80	27,65	2,99	9,22	-22,38
BY15/1a 77129	Schaf/Ziege	Radius	7,18	28,66	4,65	6,93	-20,71
BX13/27 77139	Schaf/Ziege	Metacarpus	12,88	41,79	3,79	4,85	-21,52
BV 11/10 7711530	Huhn	Radius	11,38	32,83	3,37	7,37	-20,45
BP 11/17 771245	Huhn	Ulna	12,63	36,63	3,38	5,94	-21,08
BP 11/17 771245	Rothirsch	Mandibula	37,60	108,89	3,38	4,50	-21,32
BO 14/33 771312	Reh	Metatarsus	14,29	43,74	3,57	4,90	-22,32
		<b>Mittelwert</b>	<b>12,49</b>	<b>40,68</b>	<b>4,01</b>		
		<b>Median</b>	<b>11,09</b>	<b>36,84</b>	<b>3,78</b>		
		<b>Standardabw.</b>	<b>6,09</b>	<b>17,62</b>	<b>1,58</b>		
		<b>Mittelwert (Korrektur)</b>	<b>13,65</b>	<b>41,84</b>	<b>3,48</b>		
		<b>Median (Korrektur)</b>	<b>12,49</b>	<b>36,84</b>	<b>3,57</b>		
		<b>Standardabw. (Korrektur)</b>	<b>7,95</b>	<b>22,57</b>	<b>0,73</b>		

## Ergebnisse der Aminosäureanalyse

Vier menschliche und drei tierische Knochenproben aus dem Gräberfeld von Kelheim-Kanal I wurden einer Aminosäureanalyse unterzogen.

Die bereits für das Unteriglinger Material erläuterten Probleme bei der technischen Durchführung gelten auch für die Kelheimer Knochenproben (vgl. Kap. 4.1.4), weshalb weder die prozentuale Verteilung der Aminosäuren im Kollagen noch der Anteil der Aminosäuren pro 100mg Lyophilisat bestimmt werden konnte. Es wurde also wiederum die erhaltenen Aminosäurechromatogramme mit Literaturdaten verglichen (Abb. 57). Da die Kelheimer Lyophilisate ein vergleichbares Aminosäureprofil aufwiesen, konnte davon ausgegangen werden, dass es sich um relativ unverfälschtes Kollagen handelte, welches zur Ernährungsrekonstruktion mittels Isotopenanalyse ausgewertet werden konnte. Exemplarisch wurden in Abbildung 57 eine menschliche Knochenprobe („Kh 72“) sowie die eines Rinds („BV 12/08 1535“) mit den Literaturdaten nach Ambrose (1993) verglichen; die gute Übereinstimmung zeigt sich deutlich.



**Abb. 57:** Verteilung der Aminosäuren im Kollagen von rezentem Knochenmaterial (nach Ambrose, 1993), sowie einer menschlichen Knochenprobe und einer Probe eines Rinds aus Kelheim

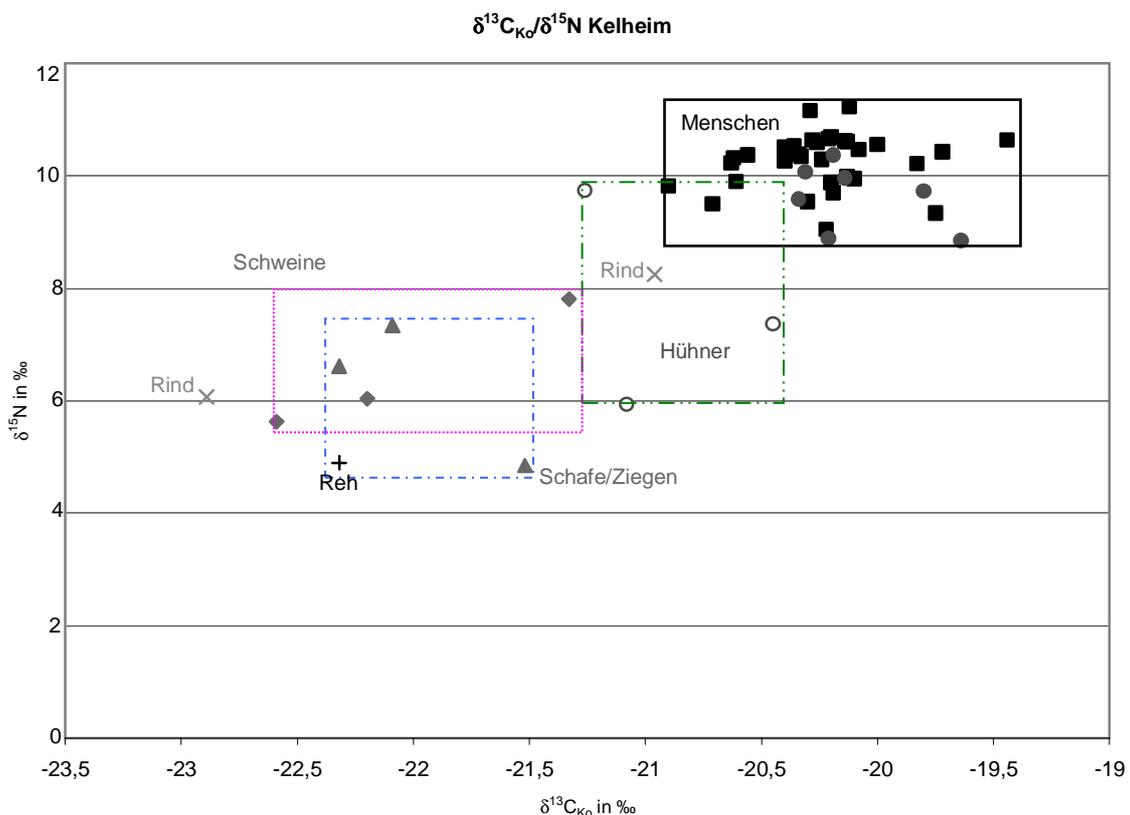
## $\delta^{13}\text{C}$ - und $\delta^{15}\text{N}$ -Werte im Kollagen

In Tabelle 29 sind die  $\delta^{13}\text{C}$ - und  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der erwachsenen menschlichen Individuen aufgetragen. Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte lagen zwischen 9,05‰ und 11,23‰, die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte zwischen -19,44‰ und -20,9‰. Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Erwachsenen waren somit tendenziell höher als jene der Kinder, welche zwischen 8,85‰ und 10,37‰ lagen (Tabelle 30). Bei diesen handelte es sich allerdings nicht um Säuglinge,

sondern um deutlich ältere und somit bereits abgestillte Kinder. Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte machen deutlich, dass die kindlichen Individuen einen weniger guten Zugang zu tierischem Protein hatten (Abb. 58).

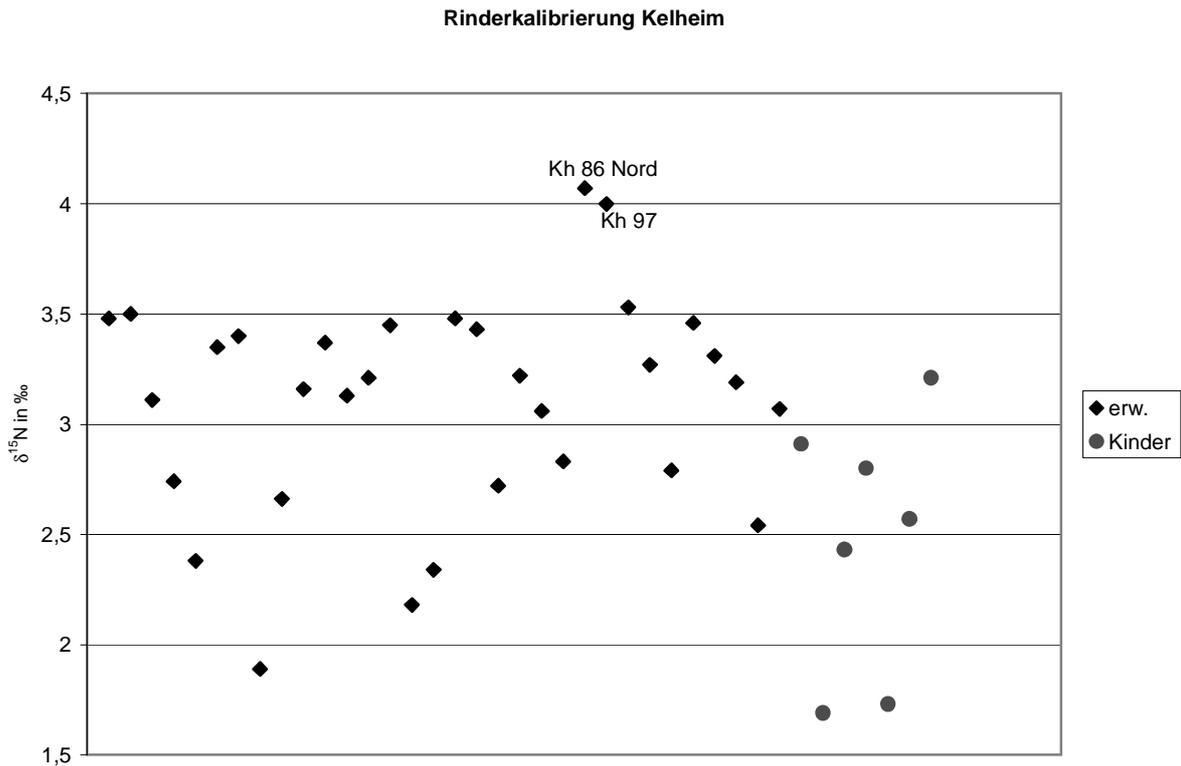
Aus Tabelle 31 sind die  $\delta^{13}\text{C}$ - und  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der tierischen Knochenproben ersichtlich (drei Knochenproben von Hühnern, eine von einem Reh, zwei von Rindern, eine von einem Schaf, zwei von als „Schaf/Ziege“ bestimmten Tieren und drei von Schweinen). Auffällig war der erhöhte  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert eines der Rinder.

Im Folgenden wird das Nahrungsnetz von Kelheim kurz vorgestellt. Die Ergebnisse werden in Kap. 5.5.2 noch ausführlich mit jenen der Skelettpopulationen von Unterirgling und Zeholfing verglichen.



**Abb. 58:** Nahrungsnetz der menschlichen (rot=Kinder) und tierischen Individuen aus Kelheim

Aus Abbildung 58 ist ersichtlich, dass die erwachsenen menschlichen Individuen die höchsten  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aufwiesen, die Kinder aus Kelheim hatten offenbar weniger guten Zugang zu tierischem Protein. Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Hühner und Schweine sind auf eine omnivore Ernährung zurückzuführen. Das Reh als rein herbivore Spezies weist die geringsten  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte auf. Zwei als Schaf bzw. „Schaf/Ziege“ bestimmte Tiere wiesen etwas höhere Werte auf, vielleicht hatten sie einen gewissen Zugang zu tierischem Protein, weil sie sich zum Teil von Hausabfällen ernährten. Zumindest eines der Rinder zeigt eine auffallend „omnivore“  $\delta^{15}\text{N}$ -Signatur. Erhöhte  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Herbivoren (hier v.a. Rind) können ggf. auch erhöhte Werte des Konsumenten Mensch erklären.



**Abb. 59:**  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Individuen aus Kelheim nach der „Rinder-Kalibrierung“

Dies wird in Abbildung 59 deutlich. Hier wurde der  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert der Rinder (Mittelwert) als „Null-Linie“ gesetzt (vgl. Czermak et al., 2006), aufgetragen sind also die Werte menschlicher Individuen nach Abzug der Trophiestufe des Rindes als Fleischlieferanten (persönliche Mitteilung von Frau Susanne Bischler M.A., Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin der LMU München, 2005). Hier ist deutlich zu sehen, dass die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte des Großteils der menschlichen Individuen aus Kelheim eine Trophiestufe über jenen der Rinder liegen, welche ihrerseits „mit  $\delta^{15}\text{N}$  angereichert wirken“. Einige Erwachsene wie auch einige Kinder hatten allerdings nur geringeren Zugang zu tierischem Protein, ihre  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte lagen nur rund 2‰ über jenen der Rinder.

Zwei Individuen („Kh 86 Nord“ und „Kh 97“) wiesen besonders hohe  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte auf. Individuum „Kh 97“ hatte auch besonders hohe Indexwerte und starke Muskelansatzstellen aufgewiesen. Dieser Mann arbeitete demnach besonders hart, hatte aber auch erhöhten Zugang zu tierischem Protein, konnte also seinen erhöhten Kalorienverbrauch durch tierisches Protein decken.

Auffällig bzw. unerwartet war, dass die Individuen aus dem Kreisgraben sowie die Zentralbestattung keine erhöhten  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aufwiesen. Die Individuen der privilegierten Bevölkerungsschicht Kelheims nahmen demnach nicht mehr tierisches Protein zu sich, als alle anderen. Man hätte erwartet, dass die sozial höher gestellte Bevölkerungsschicht besseren Zugang zu tierischem Protein (Grupe, 1990) hatte als die übrige Bevölkerung.

Der  $\delta^{15}\text{N}$ -Wert des Rehs lag bei 4,90‰, deutet also auf eine rein herbivore Ernährung hin (Abb. 58). Der  $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Wert des Rehs ist mit -22,32‰ etwas angereichert und könnte deshalb einen geringen Baldachin-Effekt widerspiegeln (bei dichter Waldvegetation weisen die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte im Kollagen des Konsumenten negativere Werte auf; van der Merwe & Medina, 1991).

Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Hühner lassen auf eine omnivore Ernährung schließen. Das Huhn frisst fast alles, was sich ihm bietet, einschließlich Hausabfälle. Es verzehrt als „Selbstversorger“ oft Tiere wie Würmer und Schnecken, wodurch sich die hohen  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte erklären lassen. Die Schafe und/oder Ziegen ernährten sich möglicherweise zum Teil von Hausabfällen.

Selbst die Schweine verzehrten weniger tierisches Protein als eines der Hühner, wiesen aber ähnliche  $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte auf wie das Reh. Möglicherweise wurden die Schweine in Kelheim auch auf Waldweiden getrieben, wo sie sich unter anderem von Eicheln ernährten.

Die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ -Werte der Tiere wie auch der Mensch wiesen, wie zu erwarten, auf eine Kost bestehend aus  $\text{C}_3$ -Pflanzen hin.

Ein dauerhafter Verzehr von größeren Fischmengen konnte für die Individuen von Kelheim nicht nachgewiesen werden, da bei der Nutzung von Süßwasserressourcen aufgrund des komplexen Nahrungsnetzes sehr hohe  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte nachgewiesen werden müssten, die  $^{13}\text{C}$ -Werte dagegen wären angereicherter (vgl. hohe Fraktionierung durch Phytoplankton). Saisonaler gelegentlicher Fischverzehr ist freilich anhand der Isotopensignaturen nicht nachweisbar (Bösl et al., 2006). Es könnte natürlich sein, dass der Fisch in Kelheim zwar gefangen wurde, aber direkt als Abgabe an den Adel geleistet werden musste und nicht der ansässigen Bevölkerung zugute kam (Meier & Eibl, in Vorb.). War demnach nur ein Teil des gefangenen Fisches für den Eigenverbrauch gedacht, würde sich das nicht in der Isotopensignatur widerspiegeln.

**Tabelle 29:** Angegeben sind die  $\delta^{15}\text{N}$ - und  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der erwachsenen Individuen aus Kelheim (n=32). Berechnet wurden auch die Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen.

Bef. Nr.	Geschlecht	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
Kh 2	m	10,64	-19,44
Kh 12/1	m	10,66	-20,21
Kh 18	w	10,27	-20,4
Kh 21	m	9,9	-20,61
Kh 25	m	9,54	-20,3
Kh 27/1	n.d.	10,51	-20,4
Kh 36/1	w	10,56	-20
Kh 39	w	9,05	-20,22
Kh 43 Nord	w	9,82	-20,9
Kh 48	m	10,32	-20,62
Kh 49	w	10,53	-20,36
Kh 54	n.d.	10,29	-20,24
Kh 65	w	10,37	-20,56
Kh 68	m	10,61	-20,13
Kh 72	w	9,34	-19,75
Kh 75	w	9,5	-20,71

Bef. Nr.	Geschlecht	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
Kh 77	w	10,64	-20,28
Kh 78	w	10,59	-20,26
Kh 80	m	9,88	-20,2
Kh 82	w	10,38	-20,34
Kh 84	w	10,22	-19,83
Kh 85	m	9,99	-20,13
Kh 86 Nord	w	11,23	-20,12
Kh 97	m	11,16	-20,29
Kh 98	n.d.	10,69	-20,2
Kh 122	m	10,43	-19,72
Kh 123	n.d.	9,95	-20,1
Kh 124	w	10,62	-20,14
Kh RG 6	w	10,47	-20,08
Kh RG 7	w	10,35	-20,33
Kh RG 8	w	9,7	-20,19
Kh Zentr. Noch mal	m	10,23	-20,63
	<b>Mittelwert</b>	<b>10,26</b>	<b>-20,24</b>
	<b>Median</b>	<b>10,36</b>	<b>-20,23</b>
	<b>Standardabw.</b>	<b>0,48</b>	<b>0,29</b>

**Tabelle 30:** Angegeben sind die  $\delta^{15}\text{N}$ - und  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der kindlichen Individuen aus Kelheim (n=7). Berechnet wurden auch die Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen.

Bef. Nr.	Alter	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
K.K. 8	kindlich	10,07	-20,31
K.K. 18/2	kindlich	8,85	-19,64
K.K. 59	3-4a	9,59	-20,34
K.K. 60	9-10a	9,96	-20,14
K.K. 101	4a	8,89	-20,21
K.K. 125	3-4ad	9,73	-19,8
K.K. 121	Infans I	10,37	-20,19
	<b>Mittelwert</b>	<b>9,64</b>	<b>-20,09</b>
	<b>Median</b>	<b>9,73</b>	<b>-20,19</b>
	<b>Standardabw.</b>	<b>0,54</b>	<b>0,25</b>

**Tabelle 31:** Angegeben sind die  $\delta^{15}\text{N}$ - und  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der tierischen Knochenfunde aus Kelheim (n=12). Berechnet wurden auch die Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen.

Bef. Nr.	Spezies	Skelettelement	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
BV16/02 77I75	Huhn	Ulna li	9,74	-21,26
BV11/10 77I153	Huhn	Radius	7,37	-20,45
BP 11/17 77I245	Huhn	Ulna	5,94	-21,08
		<b>Mittelwert</b>	<b>7,68</b>	<b>-20,93</b>
		<b>Median</b>	<b>7,37</b>	<b>-21,08</b>
		<b>Standardab.</b>	<b>1,57</b>	<b>0,35</b>
BO14/33 77I312	Reh	Matatarsus	4,9	-22,32
BV12/08 1535	Rind	Cranium	8,25	-20,96
BT12/27 77I128	Rind	Radius	6,07	-22,89
		<b>Mittelwert</b>	<b>7,16</b>	<b>-21,93</b>
		<b>Median</b>	<b>7,16</b>	<b>-21,93</b>
		<b>Standardab.</b>	<b>1,09</b>	<b>0,96</b>
BY15/25 77I31	Schaf	Metatarsus	6,62	-22,32
BV16/02 77I75	Schaf/Ziege	Mandibula re	7,34	-22,09
BX13/27 77I39	Schaf/Ziege	Metacarpus	4,85	-21,52
		<b>Mittelwert</b>	<b>6,1</b>	<b>-21,81</b>
		<b>Median</b>	<b>6,1</b>	<b>-21,81</b>
		<b>Standardab.</b>	<b>1,25</b>	<b>0,29</b>
BT12/27 77I128	Schwein	Humerus	7,81	-21,33
BV12/08 77I63d	Schwein	MetacarpusIII	6,04	-22,2
BV12/08 77I63d	Schwein	Rippe	5,63	-22,59
		<b>Mittelwert</b>	<b>6,49</b>	<b>-22,04</b>
		<b>Median</b>	<b>6,04</b>	<b>-22,2</b>
		<b>Standardab.</b>	<b>0,95</b>	<b>0,53</b>

#### 4.2.5 Ergebnisse der Karbonat-Extraktion/Isotopenanalyse

##### Ausbeute an Karbonat

Aus Knochenproben von 16 Individuen aus dem Gräberfeld Kelheim-Kanal I wurde Karbonat extrahiert. Zwei Individuen konnten, zeitlich nicht eindeutig eingeordnet werden (persönliche und schriftliche Mitteilung vom Januar 2005 von Herrn Dr. Thomas Meier, Institut für Vor- und Frühgeschichte und provinzialrömische Archäologie der LMU München), weshalb sie nicht in die Auswertung einbezogen werden konnten. Bei einem Individuum unterlief ein Messfehler, weswegen auch dieses aus der Auswertung ausgeschlossen wurde. Von allen Individuen des Kreisgrabens, außer „Kh RG 5“, einschließlich der Zentralbestattung wurde Karbonat extrahiert. Es bestand die Vermutung, dass sich die „Herrscherfamilie“ nicht dauerhaft im gleichen Gebiet aufhielt (Meier & Eibl, in Vorb.), was ggf. anhand abweichender  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte im Karbonat der betreffenden Individuen nachweisbar wäre (vgl. Kap. 4.5.1).

Ferner wurden 10 Tierknochenproben einer Karbonatextraktion unterzogen, (Huhn, Pferd, drei Rinder, drei Schweine, sowie zwei als „Schaf/Ziege“ bestimmte Tiere). So sollte wiederum überprüft werden, ob Handel getrieben wurde, da ortsfremde Tiere abweichende  $\delta^{18}\text{O}$ -Signaturen aufweisen würden.

Die Ausbeute an Lyophilisat lag bei den menschlichen Knochenproben zwischen 18,77mg und 65,74mg (Tabelle 32), bei den tierischen Knochenproben zwischen 56,63mg und 73,30mg (Tabelle 33).

**Tabelle 32:** Angegeben ist die Ausbeute an Karbonat der menschlichen Knochenproben aus Kelheim (n=13). Am Ende der Tabelle befinden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen.

Bef. Nr.	Skelettelement	Einwaage Knochenmehl (mg)	Ausbeute Lyophilisat (mg)	Ausbeute in % der Einwaage
Kh 17	Rippe	102,18	60,14	58,86
Kh 42	Rippe	104,61	64,84	61,98
Kh 55	Rippe	104,62	39,94	38,18
Kh 75	Rippe	100,39	18,77	18,70
Kh 119	Rippe	106,61	52,32	49,08
Kh RG1	Rippe	103,80	58,40	65,90
Kh RG2	Rippe	108,35	59,86	55,25
Kh RG3	Rippe	104,63	57,57	55,02
Kh RG4	Rippe	103,77	64,77	62,42
Kh RG6	Rippe	101,02	55,76	55,20
Kh RG7	Rippe	101,96	62,82	61,61
Kh RG8	Rippe	11,75	65,74	64,61
Kh Zentral	Phalanx	101,44	59,94	59,09
		<b>Mittelwert</b>	<b>55,45</b>	<b>54,30</b>
		<b>Median</b>	<b>59,86</b>	<b>58,86</b>
		<b>Standardab.</b>	<b>12,42</b>	<b>12,46</b>

**Tabelle 33:** Angegeben ist die Ausbeute an Karbonat der tierischen Knochenproben aus Kelheim (n=10). Am Ende der Tabelle befinden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen.

Proben-nummer	Spezies	Skelett-element	Einwaage Knochenmehl (mg)	Ausbeute Lyophilisat (mg)	Ausbeute in % der Einwaage
BV16/02 77I75	Huhn	Ulna li	101,97	61,44	60,25
BY15/25 77I31	Pferd	Femur	99,48	56,63	56,65
BL14/42 77I602	Rind	Mandibula	102,73	73,30	71,35
BV12/08 1535	Rind	Cranium	100,31	59,60	59,42
BT12/27 77I128	Rind	Radius	101,57	58,62	57,71
BV16/02 77I75	Schaf/Ziege	Mandibula re	101,83	65,09	63,92
BX13/27 77I39	Schaf/Ziege	Metacarpus	101,85	67,70	66,47
BV12/08 77I63d	Schwein	MetacarpusIII	102,29	72,47	70,85
BY15/01a 77I29	Schwein	Maxilla re	101,13	68,34	67,58
BW12/27 77I52	Schwein	Phalanx	98,68	63,26	64,11
			<b>Mittelwert</b>	<b>64,65</b>	<b>63,83</b>
			<b>Median</b>	<b>64,18</b>	<b>64,02</b>
			<b>Standardab.</b>	<b>5,45</b>	<b>4,98</b>

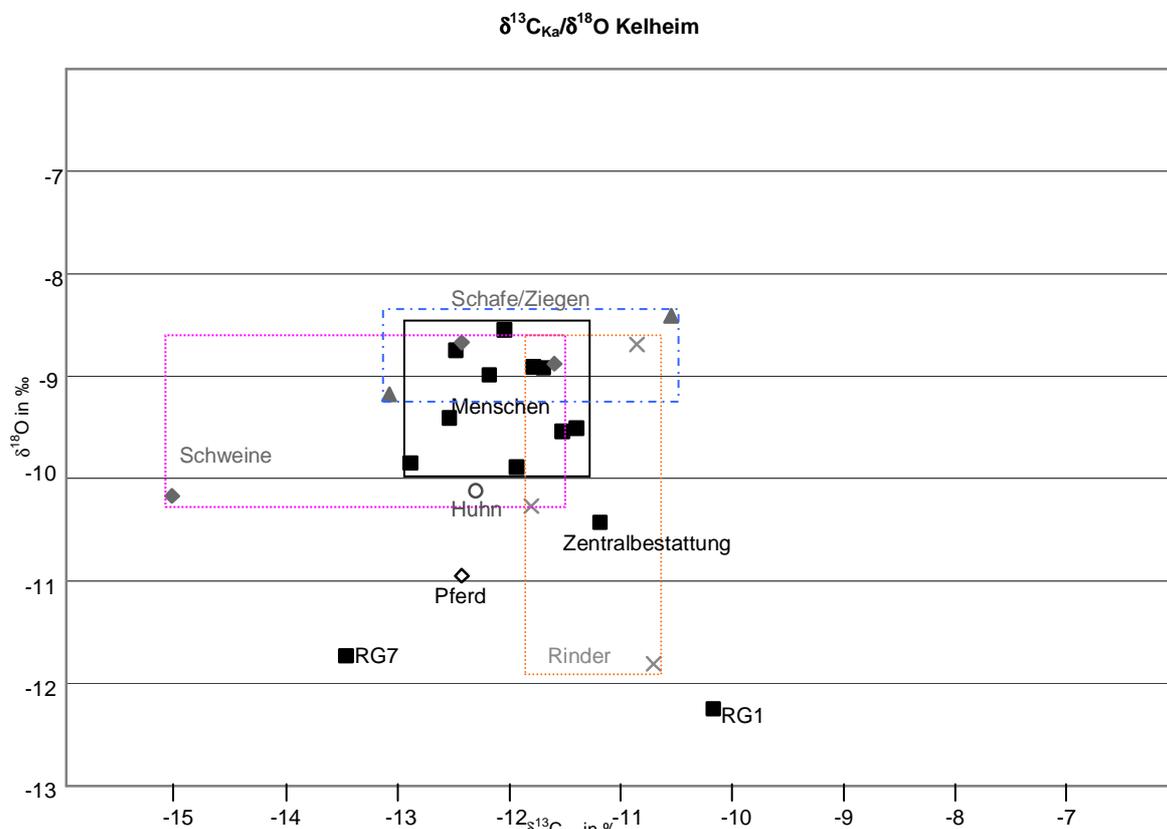
## $\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{18}\text{O}$ -Werte im Karbonat

In Tabelle 34 sind die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ - und  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte im Karbonat und, wenn möglich, die berechneten  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte angegeben.  $\delta^{13}\text{C}$  im Karbonat war bei den menschlichen Individuen durchschnittlich um 8,14‰ angereicherter als im Kollagen.

Die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte der untersuchten Tiere (Pferd, Rind, Schaf/Ziege, Huhn, Schwein) deuteten unter Berücksichtigung des Fraktionierungsmodells von Lee-Thorp et al. (1989a) auf eine Ernährung mit  $\text{C}_3$ -Pflanzen hin.

Ein Schwein wies einen  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Wert von -15,05‰ auf. Dieser abgereicherte Wert kann nur mit einem erhöhten Fettanteil in der Nahrung begründet werden.

Der Abgleich zwischen den Werten aus dem Kollagen und dem Karbonat lassen vergleichbare Rückschlüsse bezüglich der Ernährung der Tiere zu.



**Abb. 60:**  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ - und  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte des Karbonats der menschlichen und tierischen Knochenfunde aus Kelheim

Aus Abbildung 60 ist ersichtlich, dass der Großteil der untersuchten Menschen und Tiere aus dem Gebiet von Kelheim stammte. Der  $\delta^{18}\text{O}$ -Wert des heutigen Kelheim liegt bei -8,74‰ (<http://wateriso.eas.purdue.edu/waterisotopes>).

Ein Teil der Tiere stammte aus einem kälteren Gebiet als Kelheim, möglicherweise aus Höhenlagen der Schwäbischen oder Fränkischen Alb oder des nahe gelegenen Bayerischen Waldes. Da es sich bei Kelheim schon früh um einen Markt handelte ([www.kelheim.de](http://www.kelheim.de)), ist es möglich, dass diese Tiere dort

zum Verkauf angeboten wurden. Die Vermutung liegt umso näher, weil verschiedene Spezies betroffen waren. Die Variabilität der  $^{18}\text{O}$ -Werte ist aufgrund der Lage zwischen den Mittelgebirgen nachvollziehbar, da hier auch Höhenunterschiede zum Tragen kommen. Über die Donau, konnten die Waren und Tiere aus größerer Entfernung nach Kelheim gebracht werden. Zieht man ihren Verlauf vom Schwarzwald bis zum Schwarzen Meer in Betracht, könnten die Tiere also aus den verschiedensten Gebieten stammen, was sich teilweise in unterschiedlichen  $^{18}\text{O}$ -Isotopensignaturen widerspiegelt. Da Kelheim als eine der wichtigsten Eisenverhüttungsstätten jener Zeit galt (Meier & Eibl, in Vorb.) ist es wahrscheinlich, dass Menschen auch aus größerer Entfernung nach Kelheim kamen, um Tiere gegen Eisenprodukte einzutauschen.

Auffällig waren die abweichenden  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der Bestattungen aus dem Kreisgraben („Kh RG 1“ und „Kh RG 7“), sowie der Zentralbestattung; auch für Kelheim bestätigt sich also die Vermutung, dass der Adel sich nicht dauerhaft in Kelheim aufgehalten hatte, sondern zum Teil aus einer anderen Gegend stammte bzw. erst später zuzog. Möglicherweise gab es mehrere Herrschaftssitze, welche von Zeit zu Zeit inspiziert werden mussten.

**Tabelle 34:** Angegeben sind die  $\delta^{13}\text{C}$ - und  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte, sowie, soweit vorhanden, der  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert der menschlichen Individuen aus Kelheim (n=5). Berechnet wurden auch die Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen.

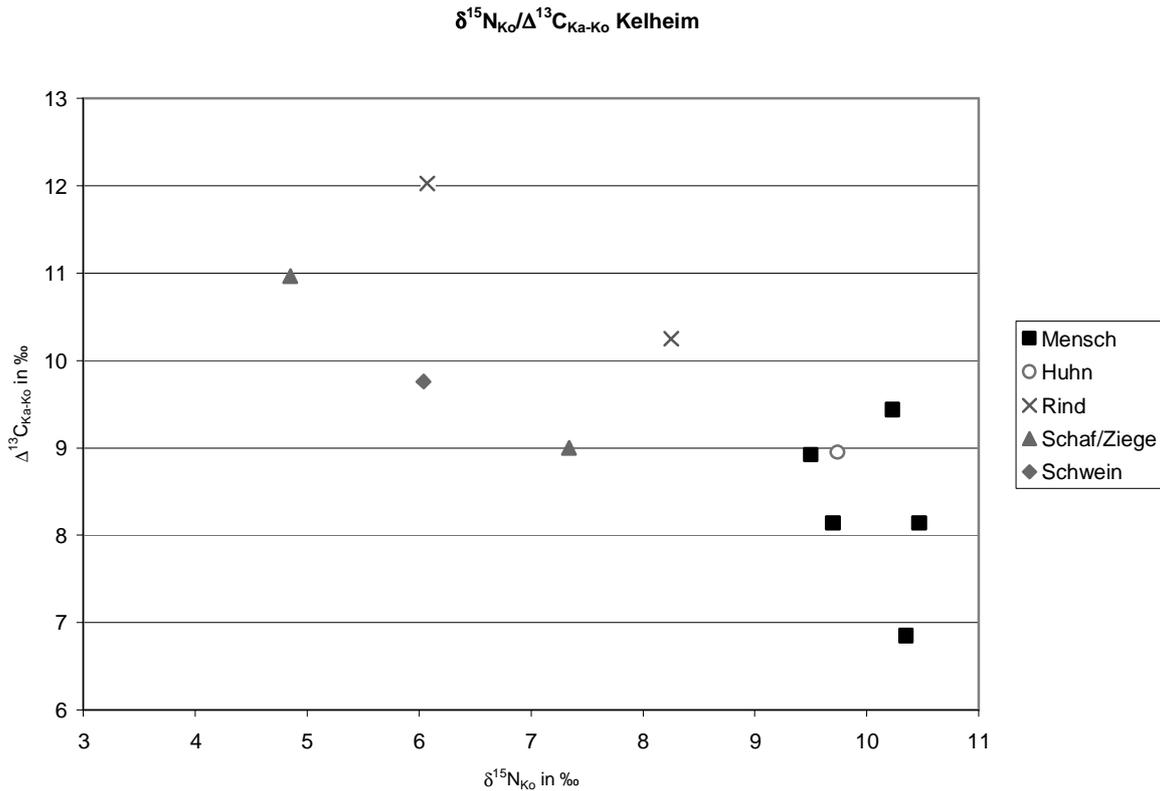
Bef. Nr.	Skelettelement	$\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$
Kh 17	Rippe	-11,53	-9,54	-
Kh 42	Rippe	-12,90	-9,85	-
Kh 55	Rippe	-11,70	-8,92	-
Kh 75	Rippe	-11,79	-8,91	8,92
Kh 119	Rippe	-12,19	-8,99	-
Kh RG1	Rippe	-10,17	-12,25	-
Kh RG2	Rippe	-12,55	-9,41	-
Kh RG3	Rippe	-11,40	-9,51	-
Kh RG4	Rippe	-12,49	-8,75	-
Kh RG6	Rippe	-11,94	-9,89	8,14
Kh RG7	Rippe	-13,48	-11,73	6,85
Kh RG8	Rippe	-12,05	-8,55	8,14
Kh Zentral	Phalanx	-11,19	-10,43	9,44
	<b>Mittelwert</b>	<b>-11,95</b>	<b>-9,75</b>	<b>8,30</b>
	<b>Median</b>	<b>-11,94</b>	<b>-9,51</b>	<b>8,14</b>
	<b>Standardab.</b>	<b>0,80</b>	<b>1,08</b>	<b>0,88</b>

**Tabelle 35:** Angegeben sind die  $\delta^{13}\text{C}$ - und  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte, sowie, soweit vorhanden, der  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert der Tiere aus Kelheim (n=10). Berechnet wurden auch die Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen.

Probennummer	Spezies	Skelettelement	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$
BV16/02 77175	Huhn	Ulna li	-12,31	-10,12	8,95
BY15/25 77131	Pferd	Femur	-12,44	-10,95	-
BL14/42 771602	Rind	Mandibula	-11,81	-10,27	-
BV12/08 1535	Rind	Cranium	-10,71	-11,81	10,25
BT12/27 771128	Rind	Radius	-10,86	-8,69	12,03
		<b>Mittelwert</b>	<b>-11,13</b>	<b>-10,26</b>	<b>11,14</b>
		<b>Median</b>	<b>-10,86</b>	<b>-10,27</b>	<b>11,14</b>
		<b>Standardab.</b>	<b>0,49</b>	<b>1,27</b>	<b>0,89</b>
BV16/02 77175	Schaf/Ziege	Mandibula re	-13,09	-9,18	9
BX13/27 77139	Schaf/Ziege	Metacarpus	-10,55	-8,41	10,97
		<b>Mittelwert</b>	<b>-11,82</b>	<b>-8,8</b>	<b>9,99</b>
		<b>Median</b>	<b>-11,82</b>	<b>-8,8</b>	<b>9,99</b>
		<b>Standardab.</b>	<b>1,27</b>	<b>0,38</b>	<b>0,99</b>
BV12/08 77163d	Schwein	MetacarpusIII	-12,44	-8,67	9,76
BY15/01a 77129	Schwein	Maxilla re	-15,05	-10,17	-
BW12/27 77152	Schwein	Phalanx	-11,6	-8,88	-
		<b>Mittelwert</b>	<b>-13,03</b>	<b>-9,24</b>	
		<b>Median</b>	<b>-12,44</b>	<b>-8,88</b>	
		<b>Standardab.</b>	<b>1,47</b>	<b>0,66</b>	

### $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$

Da Fette im Vergleich zu Proteinen und Kohlenhydraten desselben Organismus bzgl. des  $^{13}\text{C}$  abgereichert sind, wird ihre Verwertung an geringeren Werten des  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$  sichtbar (Lee-Thorp et al., 1989a). Für Kelheim konnte der  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert von fünf menschlichen Individuen, einem Huhn, einem Schwein, zwei Schafen und zwei Rindern bestimmt werden (Abb. 61). Die  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte der menschlichen Individuen aus Kelheim lassen auf eine omnivore Ernährung mit einem geringen Fettanteil in der Nahrung schließen (vgl. Iacumin et al., 1996a; Lee-Thorp et al., 1989a). Das Huhn zeigte mit 8,95‰ einen ähnlichen  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert wie die Menschen. Auch die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Menschen sowie des Huhns hatten bereits auf eine omnivore Ernährung hingewiesen. Der Fettanteil ihrer Nahrung war als eher gering anzusehen. Wie schon in Kap. 4.2.4 beschrieben, sind die vergleichsweise hohen  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Menschen auf einen Konsum von (an  $^{15}\text{N}$  angereichertem) Rindfleisch zurückzuführen. Das Schwein wies sowohl einen relativ hohen  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert von 9,76‰ als auch hinsichtlich der Stickstoffisotopensignatur Werte auf, welche eher auf ein herbivores, als auf ein omnivores Tier schließen lassen. Der Anteil an tierischem Protein wie auch an Fetten an der Nahrung des Schweins muss somit als eher gering eingeschätzt werden.



**Abb. 61:** Vergleich der  $\delta^{15}\text{N}$  und  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte der menschlichen und tierischen Individuen aus Kelheim

Die Rinder bzw. Schafe und/oder Ziegen wiesen mit 11,14‰ (Rinder-Durchschnitt) bzw. 9,99‰ (Schaf/Ziege-Durchschnitt) relativ hohe  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte auf, wie sie für herbivore Wiederkäuer typisch sind. Die beiden Rinder zeigten dabei mit  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werten von 10,25‰ bzw. 12,03‰ eine große Spannweite, ebenso die als „Schaf/Ziege“ bestimmten Tiere mit 9,00‰ bzw. 10,97‰. Diese Spannweite war bereits bei den  $\delta^{15}\text{N}$ -Werten aufgefallen. Es besteht die Theorie, dass physiologische Besonderheiten, wie z.B. das Wiederkäuen bei den Rindern, zu erhöhten  $\delta^{15}\text{N}$ -Werten führen können (Fizet et. al., 1995).

#### 4.2.6 Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass einige Individuen der Skelettserie von Kelheim-Kanal I sehr schwere körperliche Arbeit zu leisten hatten, was sich sowohl in den Indexwerten der Humeri und Femora als auch im Gelenkstatus widerspiegelt.

Hierbei kann es sich um Tätigkeiten im Eisenabbau, -verhüttung oder -weiterverarbeitung handeln, einige Individuen waren aber sicher auch in der Landwirtschaft tätig. Die Kelheimer Frauen mussten vergleichsweise weniger schwere Arbeit leisten. Sie waren aufgrund der klassischen Rollenverteilung im Mittelalter (Bergner, 1992) für Haus und Hof verantwortlich, verkauften vielleicht Waren auf dem Markt.

Einige Kelheimer Individuen - vor allem Kinder - hatten vergleichsweise geringen Zugang zu tierischem Protein.

Auch anhand der höheren  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte war zu erkennen, dass die Kelheimer Bevölkerung weniger fetthaltiges Fleisch verzehrte als beispielsweise die Unteriglinger.

Die  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte im Knochenkarbonat weisen darauf hin, dass einige Tiere verschiedener Spezies nicht aus Kelheim stammten. Vielleicht wurden sie verhandelt bzw. gegen Eisenprodukte (z.B. Waffen) eingetauscht. Aufgrund der Lokalisation Kelheims in der Nähe von Schwäbischer und Fränkischer Alb bzw. des Bayerischen Waldes, direkt an Altmühl und Donau gelegen, bestehen viele Herkunftsmöglichkeiten für potentielle Handelspartner.

Der Kreisgraben mit Zentralbestattung repräsentiert eine sozial höher gestellte Bevölkerungsschicht (Meier & Eibl, in Vorb.). Aus anthropologischer Sicht konnte dies allerdings nur bedingt bestätigt werden. Zwar wurden die Individuen aus dem Kreisgraben älter als jene auf den anderen Bestattungsplätzen, doch ist dies noch kein eindeutiges Zeichen für eine privilegierte Bevölkerungsschicht. So zeigten sie keine Hinweise auf erhöhten Zugang zu tierischem Protein. Möglicherweise stand ja für alle Kelheimer Individuen ausreichend tierisches Protein zur Verfügung. Es ist demnach also möglich, dass sozial privilegierte Menschen (archäologisch kenntlich durch herausragende Bestattung) im Bezug auf ihre Lebensweise durchaus der übrigen Bevölkerung gleichgestellt sein konnten. Sozialer Status muss daher nicht zwangsläufig auch ein biologisches Korrelat haben.

Die  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte zweier Individuen aus dem Kreisgraben sowie der junge Mann aus der Zentralbestattung waren ortsfremd, sie stammten also nicht aus dem Raum Kelheim, sondern waren erst später im Leben zugezogen. Dies spricht wieder für die Theorie, dass die Adelsschicht zwischen mehreren Sitzen pendelte (Meier & Eibl, in Vorb.).

### **4.3 Zeholfing**

Wie schon in Kap. 2.3 beschrieben, lassen sich die vorliegend berücksichtigten Befunde der Kirchengrabung von Zeholfing in zwei Horizonte gliedern, welche in unterschiedliche Zeitstufen datieren (Horizont 1a-c: 10.-12./13.Jhdt.; Horizont 2: 13.-15. Jhdt.). Die Skelettserie von Zeholfing wurde aus Vergleichsgründen in die vorliegende Dissertation aufgenommen, da es sich bei den hier Bestatteten um eine sozial privilegierte Bevölkerungsschicht handelte (Eibl, 2005). Ziel war es, festzustellen, ob sich diese soziale Stellung auch bei der anthropologischen Analyse bemerkbar macht. Da das Areal der Kirche von St. Laurentius nicht vollständig ergraben ist, ist eine paläodemographische Auswertung problematisch und wird nur für Horizont 1a-c (85 Skelette) vorgenommen; Horizont 2, aus welchem nur 25 Skelette - hierunter zahlreiche Kleinstkinder - geborgen wurden, wird nur deskriptiv ausgewertet (Eibl, 2005).

#### **4.3.1 Paläodemographie**

Der Bevölkerungsausschnitt von Horizont 1a-c (10.-12./13. Jhdt.) kann sicher nicht als repräsentativ für die Lebendbevölkerung gelten. Dennoch wurde er, aus Vergleichsgründen, einer kompletten paläodemographischen Auswertung unterzogen.

Aus Horizont 2 wurden nur 25 Skelette geborgen. Bei lediglich 7 Skeletten handelte es sich um erwachsene Individuen, ein Großteil der Bestatteten (n=10) waren Kinder in einem Alter von 0-4 Jahren. Dieser „Kinderbestattungsplatz“ wurde nicht in die demographische Auswertung einbezogen, zumal er ins Spätmittelalter datiert.

#### **Sterbetafel**

Die Zeholfinger Skelette konnten aufgrund ihrer schlechten Erhaltung nur bis zu einem Alter von 19 Jahren einer Einteilung in 5-Jahres-Klassen unterzogen werden. Die Skelette der erwachsenen Individuen wurden für die paläodemographische Auswertung in 20-Jahres-Klassen (adult/matur/senil) eingeteilt (Tabelle 36). Die mittlere Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt betrug für die Individuen aus Horizont 1a-c 34 Jahre. Dies war im Vergleich zu Unterigling und Kelheim sehr hoch und lässt auf eine bessere medizinische Versorgung der privilegierten Schicht schließen, einen deutlichen Einfluss hat natürlich auch die Ausprägung des Kleinkinderdefizits (s. unten).

**Tabelle 36:** Sterbetafel für die Bevölkerung aus Zeholfing Horizont 1a-c

x	a	D <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	q <sub>x</sub>	p <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	e <sup>0</sup> <sub>x</sub>
0-4	5	13,5	158,64	1000	158,64	841,36	4603,4	34267,81	34,27
5-9	5	6	70,51	841,36	83,8	916,2	4030,53	29664,41	35,26
10-14	5	2,5	29,38	770,85	38,11	961,89	3780,8	25633,88	33,25
15-19	5	1,5	17,63	741,47	23,78	976,22	3663,28	21853,08	29,47
20-39	20	24,7	290,25	723,84	400,99	599,01	11574,3	18189,8	25,13
40-59	20	27,2	319,62	433,59	737,15	262,85	5475,7	6615,5	15,26
60-79	20	9,7	113,98	113,98	1000	0	1139,8	1139,8	10

### Repräsentanz der Skelettserie

Die Skelettserie aus Horizont 1a-c ist nach Weiss (1973) nicht repräsentativ:

- nach Weiss (1973):

$$Q_0 = 1 - \frac{l_{5-9}}{l_{0-4}} = \frac{841,36}{1000,00} = 0,16$$

$$Q_{10} = 1 - \frac{l_{15-19}}{l_{10-14}} = \frac{741,47}{770,85} = 0,04$$

hier:

$$Q_{15} = 1 - \frac{l_{20-39}}{l_{15-19}} = \frac{723,84}{741,47} = 0,02$$

$$Q_{10} < Q_{15} : 0,04 > 0,02 \rightarrow \text{nicht erfüllt}$$

$$Q_0 > Q_{15} : 0,16 > 0,02 \rightarrow \text{erfüllt}$$

Nach der Methode von Bocquet-Appel & Masset (1977), welche ein eventuelles Kleinkinderdefizit und auch die Schwierigkeiten der Altersbestimmung erwachsener Individuen berücksichtigen, ist Horizont 1a-c durchaus repräsentativ.

- nach Bocquet-Appel & Masset (1977):

$$\frac{D_{5-9}}{D_{10-14}} = \frac{6}{2,5} = 2,4$$

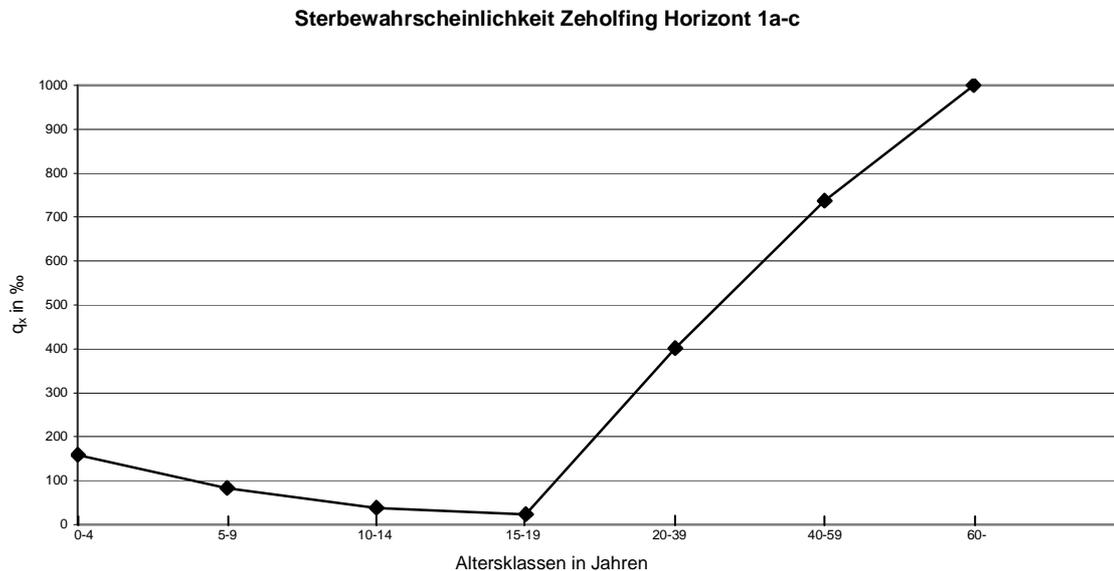
$$\frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} = \frac{8,5}{61,6} = 0,14$$

Dabei sollte

$$\frac{D_{5-9}}{D_{10-14}} \geq 2 \quad \text{und} \quad \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} \geq 0,1 \quad \text{sein - beide Bedingungen sind somit erfüllt.}$$

### Sterbewahrscheinlichkeit $q_x$

Der Graph der Sterbewahrscheinlichkeit von Zeholfing Horizont 1a-c verläuft ähnlich wie jener der Skelettserien von Unterigling und Kelheim. Die geringste Sterbewahrscheinlichkeit zeigte sich - erwartungskonform - in einem Alter von 15-19 Jahren. Ab der adulten Altersklasse folgt ein stetiger Anstieg der Sterbewahrscheinlichkeit (Abb. 62).



**Abb. 62:** Sterbewahrscheinlichkeit in den verschiedenen Altersklassen der Bevölkerung von Zeholfing Horizont 1a-c

Schätzwert für die Sterbewahrscheinlichkeit innerhalb der ersten fünf Lebensjahre (nach Bocquet-Appel & Masset, 1977):

$${}_5\hat{q}_0 = 1,154 \times \sqrt{\log_{10} \left( 200 \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} \right)} - 1,014 \pm 0,041$$

$${}_5\hat{q}_0 = 0,371 \pm 0,041$$

Hiernach verstarben 37% der Kinder von Zeholfing Horizont 1a-c innerhalb der ersten fünf Lebensjahre.

Der beobachtete Wert lag bei 16%.

29 zusätzliche Kinder würden das vorhandene Defizit an Kindern unter 5 Jahren ausgleichen.

Insgesamt waren somit 32% aller Kinder unter 5 Jahren im ergrabenen Ausschnitt bestattet.

Schätzwert für die Sterbewahrscheinlichkeit innerhalb des ersten Lebensjahres (nach Bocquet-Appel & Masset, 1977):

$${}_1\hat{q}_0 = 0,568 \times \sqrt{\log_{10} \left( 200 \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} \right)} - 0,438 \pm 0,016$$

$${}_1\hat{q}_0 = 0,244 \pm 0,016$$

Die Sterbewahrscheinlichkeit innerhalb des ersten Lebensjahres sollte bei den Individuen von Zeholfing Horizont 1a-c nach dieser Schätzformel bei 24% liegen.

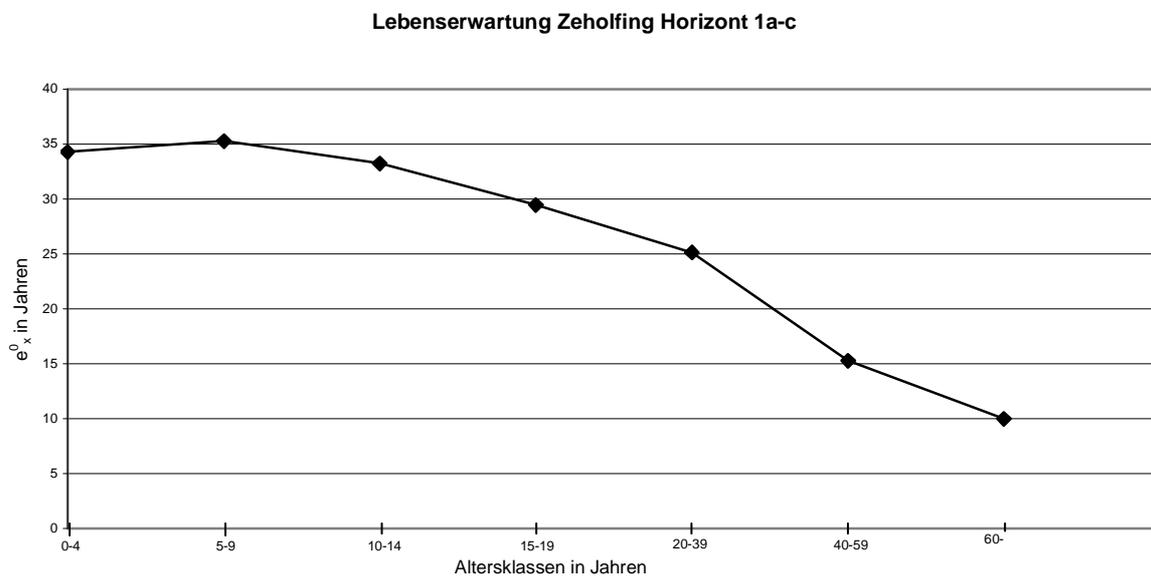
Der beobachtete Wert lag bei 5%.

Die Anzahl der „fehlenden Säuglinge“ beträgt 26.

Nur 5% der verstorbenen Säuglinge waren also tatsächlich in Horizont 1a-c erfasst.

### Lebenserwartung $e_x^0$

Die Kurve für die Lebenserwartung der Skelettpopulation von Zeholfing verläuft wiederum ähnlich wie jene von Unterigling und Kelheim. Es ist ein leichter Anstieg bis zu einem Alter von 5-9 Jahren festzustellen. Danach fällt die Lebenserwartung ab (Abb. 63).



**Abb. 63:** Lebenserwartung in den verschiedenen Altersklassen der Bevölkerung von Horizont 1a-c

Bocquet-Appel & Masset (1977) entwickelten eine Formel, welche die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt folgendermaßen schätzt:

$$\hat{e}_0^0 = 78,721 \times \log_{10} \sqrt{\frac{D_{20-\omega}}{D_{5-14}}} - 3,384 \pm 1,503$$

$$\hat{e}_0^0 = 30,47 \pm 1,503$$

Die geschätzte Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt betrug also 30 Jahre. Die direkt aus der Sterbetafel berechnete Lebenserwartung  $e_0^0$  hatte bei 34 Jahren gelegen. Nach der Korrektur des Kleinkinderdefizits (n=29) wurde eine neue Sterbetafel berechnet (Tabelle A11 im Anhang). Hiernach betrug die neue Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt 26 Jahre. Wie bereits erwähnt, handelt es

sich um ein im Rahmen einer Kirchen(not)grabung unvollständig ergrabenes Bestattungsareal, so dass mangelnde Repräsentativität nicht überrascht.

### Maskulinitätsindex

Der Maskulinitätsindex in Horizont 1 spiegelt einen leichten Frauenüberschuss wider, der aber angesichts der kleinen Zahlen (26 Männer vs. 30 Frauen) zufallsbedingt sein kann.

$$MI : \frac{\text{Männer} \times 100}{\text{Frauen}} = \frac{26 \times 100}{30} = 86,67$$

### Abhängigkeitsindex

$$AI : \frac{\% \sum (0-14) + \% \sum (60-\omega)}{\% \sum (15-59)} = \frac{37,3\%}{62,7\%} = 0,59$$

Der Abhängigkeitsindex der Bevölkerung von Horizont 1 ist mit 0,59 geringer als in den zuvor untersuchten Populationen. Fünf Erwachsene in Zeholfing mussten hier drei Kinder/alte Menschen versorgen.

### Schätzung der Populationsgröße

nach Acsádi & Nemeskéri (1970):

Belegungszeitraum: 200 Jahre (10.-12./13. Jhdt.)

$$P = 1,1 \frac{\sum D_x \times e_0^0}{T} = 1,1 \frac{85,1 \times 34,27}{200} = 16,0$$

Bei einem angenommenen Belegungszeitraum von 200 Jahren, lebten 16 Personen gleichzeitig in der entsprechenden Siedlungsphase.

Speziell für Zeholfing ist dies freilich ein rein theoretischer Wert, da das Bestattungsareal ja nicht vollständig ergraben worden war und zudem die Repräsentanzkriterien nicht erfüllt wurden.

### Mortalitätsrate

nach Bocquet-Appel & Masset (1977):

$$m = 0,127 \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} + 0,016 \pm 0,002$$

$$m = 0,034 \pm 0,002$$

Die Mortalitätsrate lag bei 3,4% (3,4 Individuen pro Jahr von 100 Individuen).

## Wachstumsrate

nach Bocquet-Appel & Masset (1977), bei unbekannter Belegdauer:

$$t = 1,484 \left[ \log_{10} \left( 200 \frac{D_{5-14}}{D_{20-\omega}} \frac{D_{60-\omega}}{D_{20-\omega}} \right) \right]^{0,03} - 1,485 \pm 0,006$$

$$t = -0,021 \pm 0,006$$

Die negative Wachstumsrate für die Population von Horizont 1a-c der Kirchengrabung von Zeholfing weist auf eine Abnahme der Bevölkerung hin, ein Wert, der für die vorliegende Skelettserie (Ausschnitt eines Bestattungsareals) nicht verwundern muss.

### 4.3.2 Morphologischer Befund

Der morphologische Befund der Skelette aus Zeholfing war bereits 2000/2001 von Frau Dr. rer. nat. Anja Staskiewicz, München, erstellt worden (Tabelle A12 im Anhang). Das Skelettmaterial aus Zeholfing wird hier mit berücksichtigt, da die Befunde der Kirchengrabung zeitlich direkt an Unterigling und Kelheim anschließen (Horizont 1: 10.-13. Jhdt.; Horizont 2: 13.-15. Jhdt.).

Da der Friedhof nur partiell ergraben ist, konnten für Horizont 1a-c nur 85 Skelette und für Horizont 2 nur 25 Skelette berücksichtigt werden, wobei in Horizont 2 mehrheitlich kindliche und jugendliche Individuen bestattet waren, d.h. keine organisch gewachsene Bevölkerung repräsentiert ist.

#### 4.1.3.1 Altersverteilung

Der mäßige Erhaltungszustand bei häufig unvollständiger Repräsentanz der Skelette ließ oft nur eine grobe Einteilung der Erwachsenen in die Altersklassen adult/matur/senil zu (Abb. 64). Die höchste Sterblichkeit der Individuen in Horizont 1 war in der matura Altersklasse (n=27,5; 32%) zu beobachten. 25 Individuen (29%) verstarben in der adulten Altersklasse. 12,5 (15%) Verstorbene in Horizont 1 waren Kinder von 1-4 Jahren. Der Anteil der Säuglinge war mit 1,5 Individuen (2%) gering. Während immerhin 6 Kinder (7%) in einem Alter von 5-9 Jahren verstarben, zeigte sich in den Altersklassen von 10-14 Jahren (n=2,5; 3%) und bei den Jugendlichen (n=1; 1%) erwartungsgemäß eine geringe Sterblichkeit. 10 (11%) Individuen aus Horizont 1a-c erreichten die senile Altersklasse.

Altersverteilung Zeholfing Horizont 1a-c (N=86)

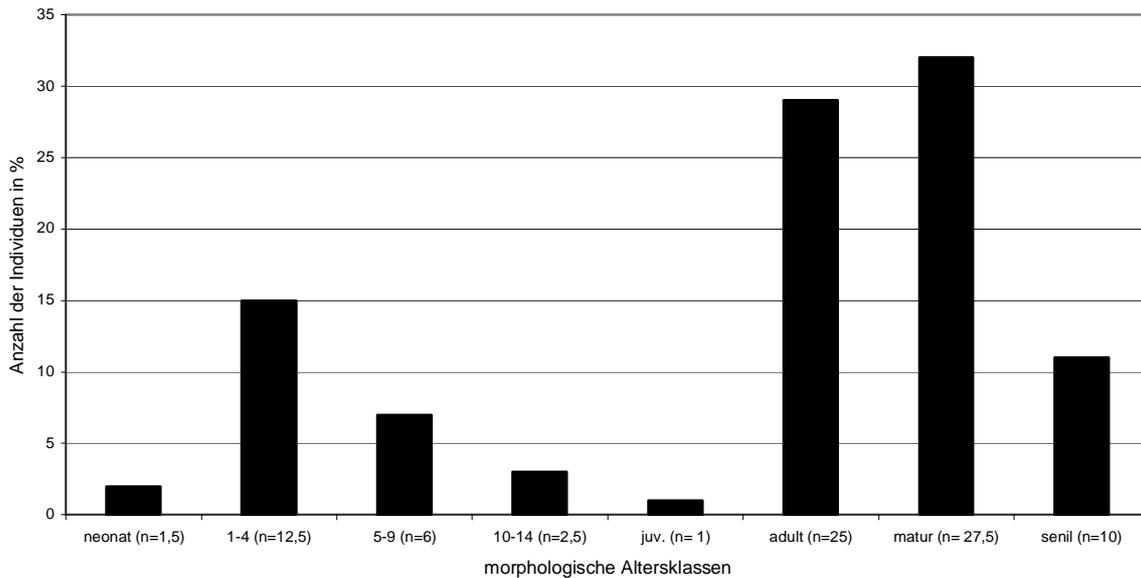
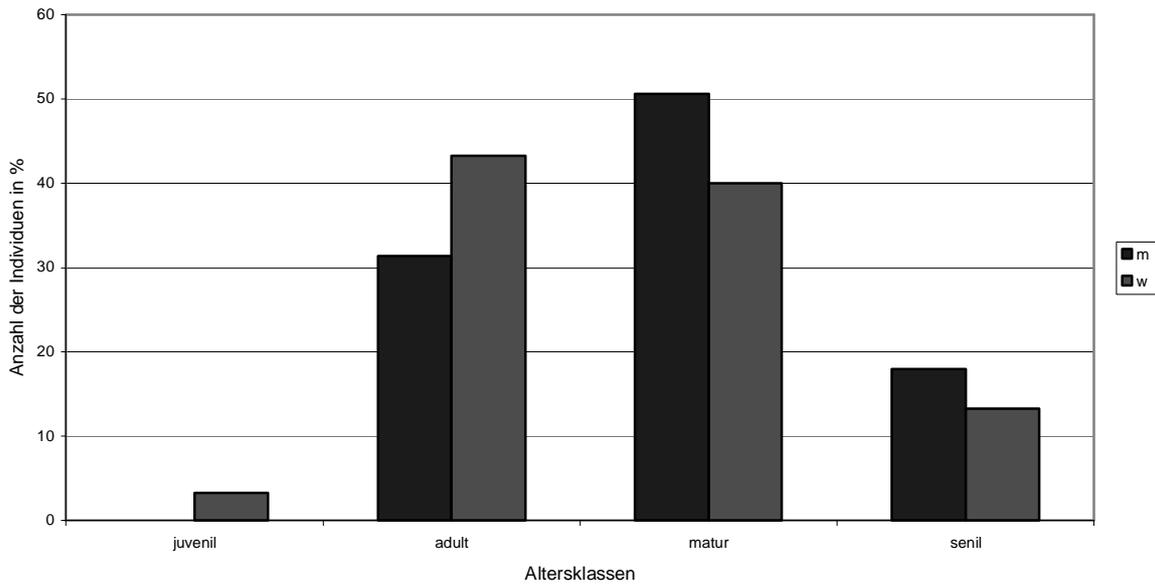


Abb. 64: Altersverteilung der Skelette aus Horizont 1a-c nach der morphologischen Altersbestimmung

Die Skelettpopulation von Horizont 1a-c stellt einen Bevölkerungsausschnitt dar, welcher nicht unbedingt einer organisch gewachsenen Bevölkerung entspricht. Der geringe Anteil der Neugeborenen wird als Bestattungsartefakt angesehen. Der Sterbegipfel liegt in der mature Altersklasse, was ggf. für vergleichsweise gute Lebensumstände sprechen könnte.

Auch in der Skelettpopulation von Zeholfing starben die männlichen Individuen durchschnittlich in höherem Alter als die weiblichen. Ein Großteil der Männer in Horizont 1 verstarb in der maturen Altersklasse (n=13,2; 50,6%), während die meisten Frauen (n=13; 43,3%) nur die adulte Altersklasse erreichten (Abb. 65). Gründe für dieses geschlechtsspezifische Sterblichkeitsmuster wurden bereits in den vorangegangenen Kapiteln dargelegt. Die senile Altersklasse wurde von mehr männlichen als weiblichen Individuen erreicht.

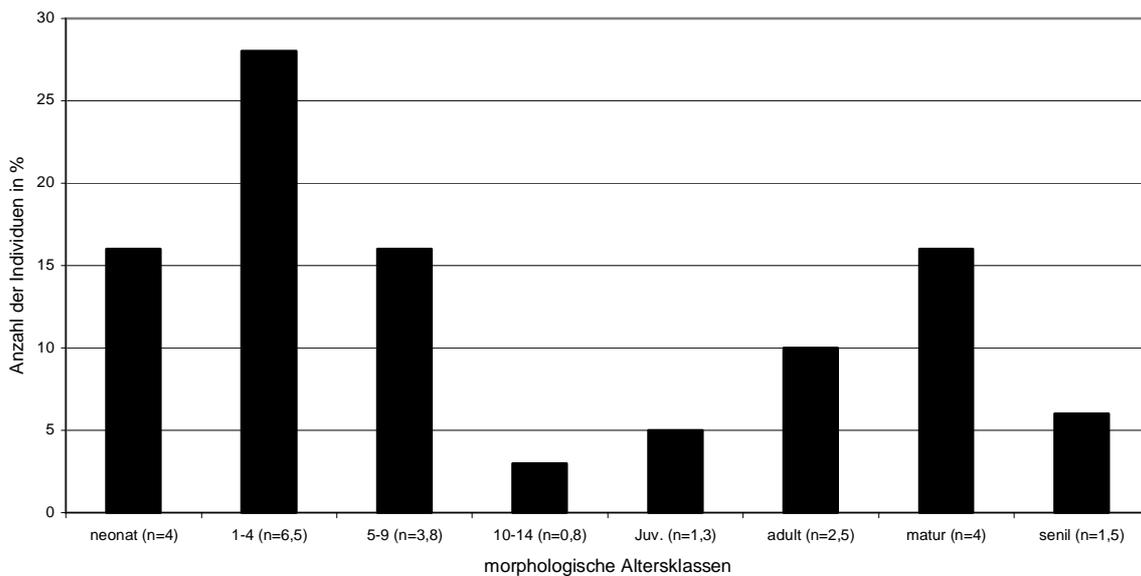
**Sterbealtersverteilung m/w Zeholfing Horizont 1**



**Abb. 65:** Vergleich des Sterbealters von männlichen (n=26) und weiblichen (n=30) Individuen ( $\geq$  juvenil) der Bevölkerung von Zeholfing Horizont 1a-c

Aus Gründen der Vollständigkeit wird in Abbildung 66 zusätzlich die Altersverteilung der überwiegend kindlichen bis jugendlichen Individuen aus Horizont 2 dargestellt. Die hier bestatteten Erwachsenen könnten eventuell besonders enge Familienangehörige der Kinder gewesen sein, oder sie wurden aus rituellen Gründen in diesem Bereich bestattet.

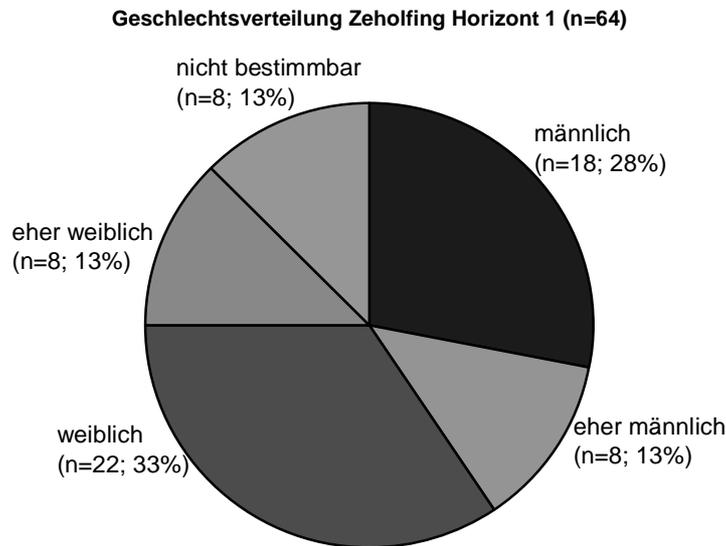
**Altersverteilung Zeholfing Horizont 2 (n=25)**



**Abb. 66:** Skelette aus Horizont 2 nach der morphologischen Altersbestimmung

#### 4.3.2.2 Geschlechtsverteilung

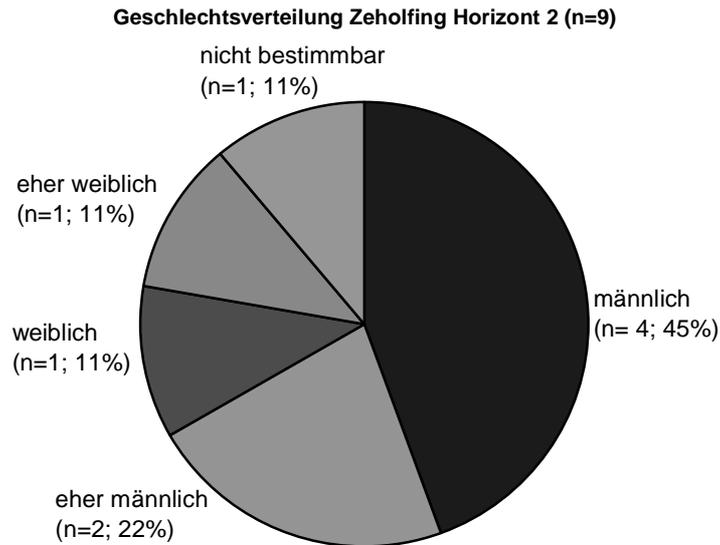
In Horizont 1a-c wurden 18 (28%) erwachsene Individuen ( $\geq$  juvenil) als sicher „männlich“ sowie 8 (13%) als „eher männlich“ bestimmt. 22 (33%) Individuen waren sicher „weiblich“ und 8 (13%) „eher weiblich“. Bei weiteren 8 (13%) Individuen konnte das Geschlecht nicht bestimmt werden (Abb. 67).



**Abb. 67:** Geschlechtsverteilung der erwachsenen Bevölkerung aus Horizont 1a-c

Aufgrund des schlechten Erhaltungsgrades sowie der unvollständigen Repräsentanz der Skelette von Zeholfing konnte das Geschlecht von 15 (71%) Kindern aus Horizont 1a-c nicht bestimmt werden. Die übrigen 6 (29%) wurden als „eher männlich“ bestimmt. Der hohe Anteil nicht-geschlechtsbestimmbarer kindlicher Skelette lässt keine Aussage zum realen Geschlechtsverhältnis unter den Kindern zu.

In Horizont 2 konnten nur 9 erwachsene Individuen der Geschlechtsbestimmung unterzogen werden. 4 Individuen wurden als sicher „männlich“ erachtet, 2 als „eher männlich“. Jeweils ein Individuum wurde als „weiblich“, „eher weiblich“ und „nicht bestimmbar“ klassifiziert (Abb. 68). In Horizont 2 lag damit ein deutlicher Männerüberschuss vor, welcher aufgrund des kleinen Stichprobenumfangs freilich ohne Aussage ist.



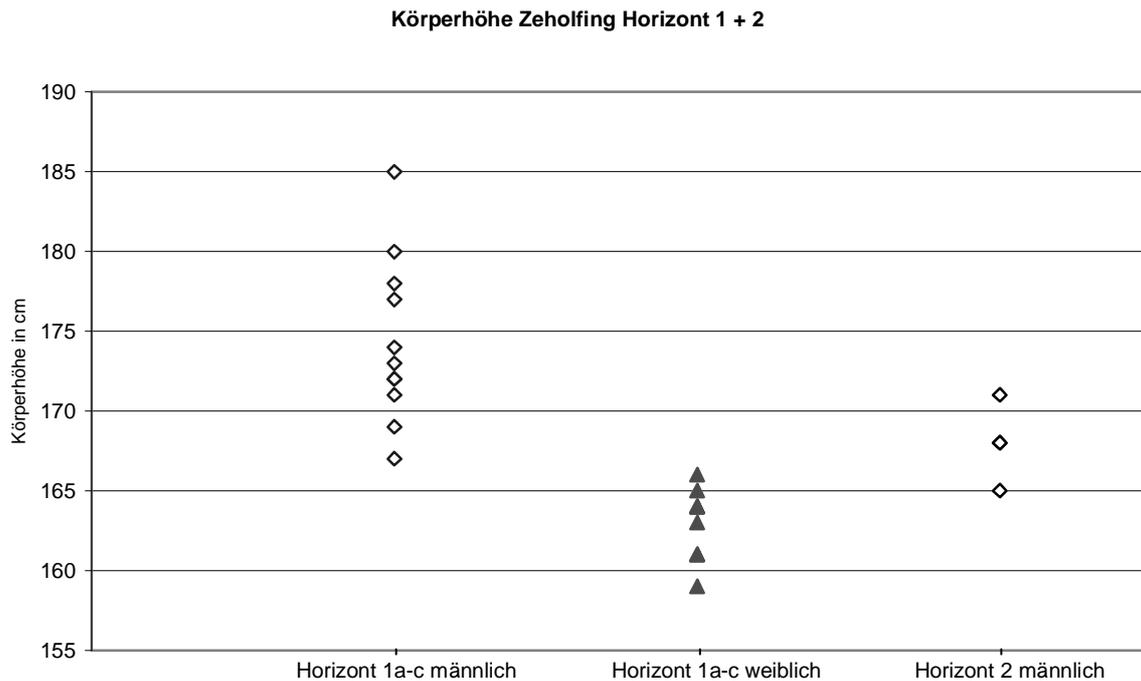
**Abb. 68:** Geschlechtsverteilung der erwachsenen Bevölkerung von Horizont 2

Von den 16 Kindern in Horizont 2 konnte bei 13 (81%) das Geschlecht nicht bestimmt werden. 3 (19%) wurden als „eher weiblich“ bestimmt.

#### 4.3.2.3 Körperhöhe

Von 14 weiblichen und 15 männlichen Individuen aus Zeholfing Horizont 1a-c konnte die Körperhöhe rekonstruiert werden. Die durchschnittliche Körperhöhe der männlichen Individuen betrug  $174,3 \pm 5,0$ cm, wobei Werte zwischen 167cm und 185cm erreicht wurden. Die weiblichen Individuen wurden durchschnittlich  $162,5 \pm 2,2$ cm groß (Minimum 159cm, Maximum 166cm) (Abb. 69).

In Horizont 2 konnte nur für vier männliche Individuen eine Körperhöschätzung vorgenommen werden. Die Werte lagen dabei zwischen 165cm und 171cm. Die durchschnittliche Körperhöhe betrug  $168 \pm 2,4$ cm. Da der Probenumfang in Horizont 2 sehr gering war, wurden die Ergebnisse der Körperhöschätzung als nicht aussagekräftig angesehen und wurden nicht für den Vergleich (Kap. 5.2) herangezogen.



**Abb. 69:** Vergleich der Körperhöhen der männlichen und weiblichen Individuen aus Horizont 1a-c sowie der männlichen Individuen aus Horizont 2

Aus Abbildung 69 ist ersichtlich, dass die männlichen Individuen aus Horizont 1a-c die Körperhöhe der weiblichen und auch der (männlichen) Individuen aus Horizont 2 übertreffen. Da Horizont 2 bereits ins späte Mittelalter datiert, ist es möglich, dass diese Individuen aufgrund der sich in jener Zeit verschlechternden Lebensumstände (Grupe, 2003) nicht optimal ernährt waren (länger andauernde Hungerzeiten und eine allgemein schlechte Ernährungsgrundlage im Kindes- und Jugendalter können sich negativ auf das Wachstum auswirken (Grupe, 1986)). Möglicherweise beruhen die niedrigen Körperhöhenwerte auch einfach auf der Zugehörigkeit zu einer Population anderer genetischer Ausstattung.

Für die Skelettpopulation von Zeholfing waren keine Indizes berechnet/kein Gelenkstatus erhoben worden.

Gewisse Aspekte (Sterbealter bzw. Lebenserwartung, Körperhöhe) können aber auf die besseren Lebensumstände einer privilegierten Bevölkerungsschicht hindeuten, so dass Zeholfing Horizont 1a-c, in Kap. 5.2 in den Populationsvergleich mit aufgenommen wird.

### 4.3.3 Chronologische Bestimmung des Sterbealters

Das zahnzementhistologische/chronologische Sterbealter wurde bereits von Frau Dipl.-Biol. Heidi Herbst im Rahmen ihrer Diplomarbeit bestimmt (Herbst, 2004).

Horizonte 1 und 2 wurden wiederum getrennt betrachtet. In Horizont 1c befand sich nur ein kindliches Individuum, weshalb dieser nicht zur Auswertung hinzugezogen werden konnte. In Horizont 2 konnte das chronologische Sterbealter lediglich von vier männlichen Individuen unterschiedlichen morphologischen/biologischen Alters bestimmt werden, so dass aufgrund dieses geringen Probenumfangs auch Horizont 2 nicht in die eigentliche Auswertung einbezogen wurde. Pro Individuum wurde nur ein Zahn histologisch untersucht, wobei ausschließlich Prämolaren verwendet wurden (Tabelle A13 im Anhang). Den größten Anteil bildete der P<sub>2</sub> des linken Unterkiefers (n= 5; 25%), gefolgt vom P<sub>1</sub> des rechten Oberkiefers (n=4; 20%).

Nur für 20 Individuen aus den Horizonten 1a und b konnte das chronologische Sterbealter anhand der Zuwachsringe im Zahnzement bestimmt werden (Abb. 70). Aufgrund der insgesamt geringen Zahl an Altersdiagnosen, fanden sich keine ausgeprägten Sterbemaxima; das höchste zahnzementhistologisch bestimmte Alter lag bei 42 Jahren, wohingegen morphologisch 32% der Individuen als matur und 11% als senil bestimmt worden waren. Vor allem die senilen Individuen wurden bei der chronologischen Bestimmung des Sterbealters nicht erfasst. 12 (60%) der juvenilen und erwachsenen Individuen aus Horizont 1a und b verstarben gemäß der Zahnzementmethode in einem Alter bis zu 30 Jahren.

Chronologisches Sterbealter Zeholfing ges. (n=20)

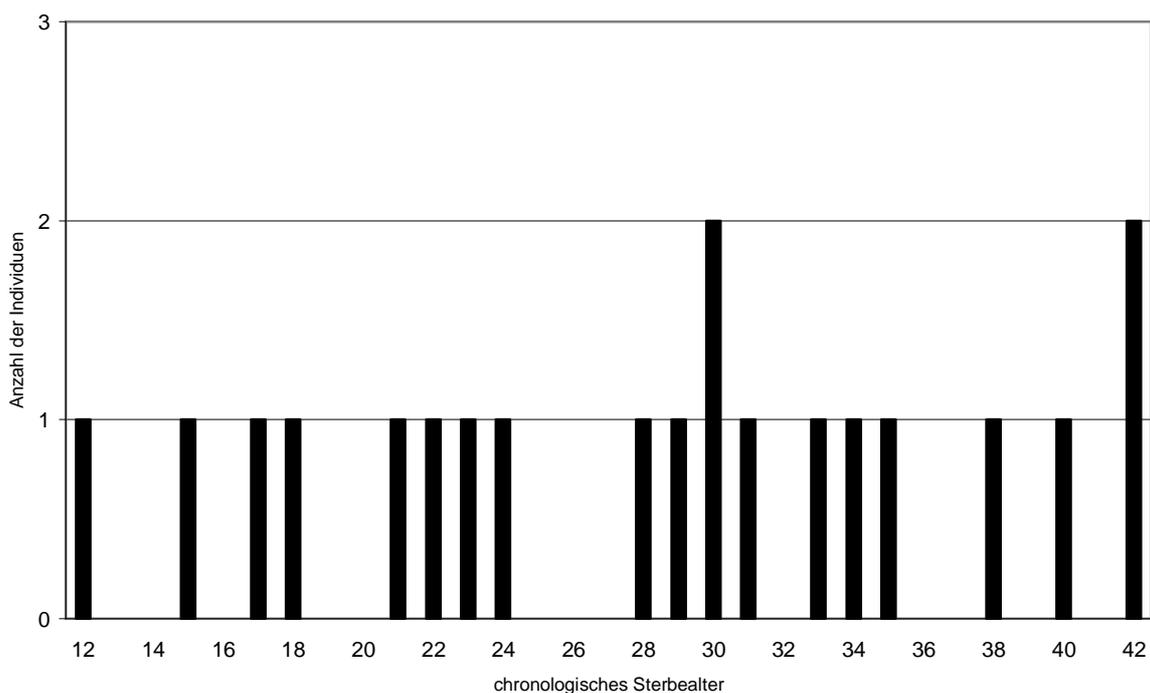
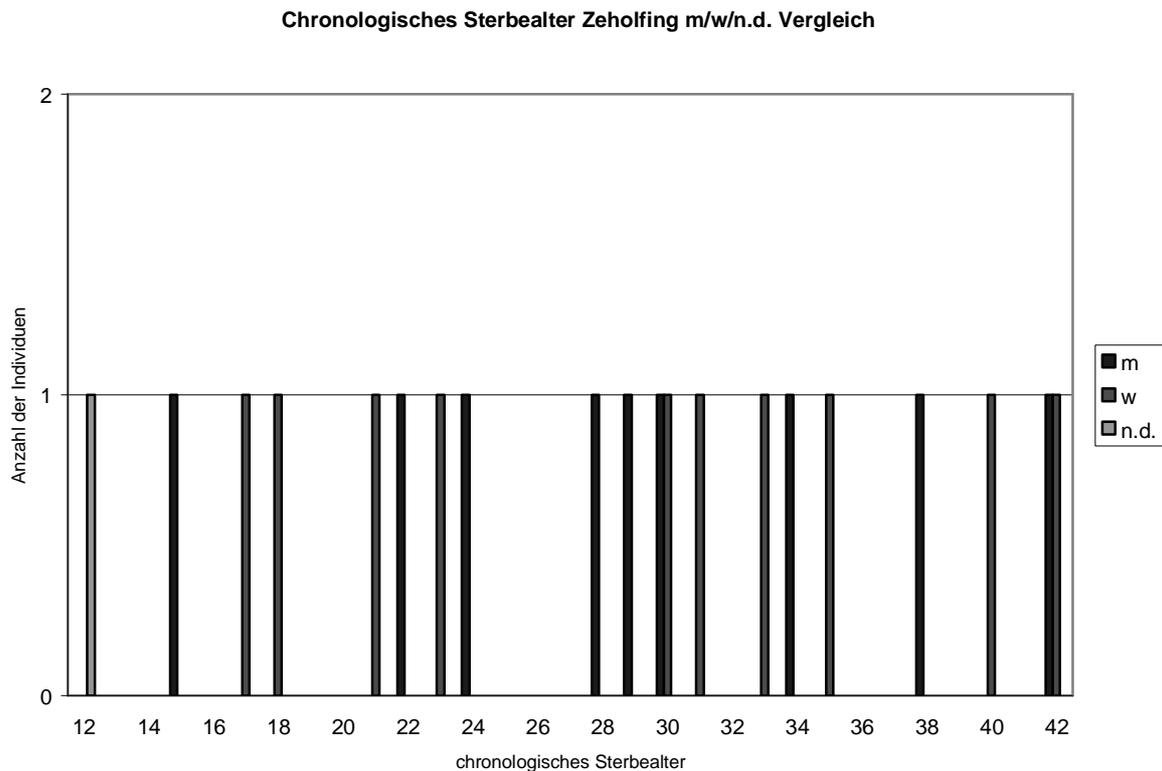


Abb. 70: Verteilung des chronologischen Sterbealters der Bevölkerung von Zeholfing Horizont 1a und b

Abbildung 71 zeigt die Ergebnisse der zahnzementhistologischen Altersbestimmung noch einmal nach Geschlecht getrennt.



**Abb. 71:** Vergleich des chronologischen Sterbealters von männlichen, weiblichen und nicht bestimmaren Individuen aus Zeholfing Horizont 1a und b

#### 4.3.4 Ergebnisse der Kollagen-Gelatine-Extraktion/Isotopenanalyse

Für den Erhaltungsgrad des Kollagens galten die gleichen Richtlinien, wie bereits für die Skelettserien von Unterigling und Kelheim (vgl. Kap. 4.1.4). Aus der Kirchengrabung von Zeholfing standen keine Tierknochen zur Verfügung, so dass es nicht möglich war, ein Nahrungsnetz zu erstellen, da hierfür die Kenntnis der Isotopensignatur der Fleisch liefernden Herbivoren unerlässlich ist, wie am Beispiel von Kelheim deutlich wurde.

Die Ergebnisse können jedoch hinsichtlich der Frage, ob bzw. wie lange die Kinder gestillt wurden, interessant sein.

Wiederum konnte nur eine Stichprobe von Individuen untersucht werden.

#### Ausbeute an Kollagen

Für Zeholfing Horizont 1a-c wurden 48 Extraktionen durchgeführt. Die Knochenproben stammten von 35 Individuen (Knochenproben von 13 Individuen wurden ein zweites Mal extrahiert, weil die erste Extraktion keine Kollagenausbeute lieferte). Insgesamt 24 (50%) Proben enthielten kein Kollagen. Die

Ausbeute schwankte zwischen 1,30mg und 35,20mg. Die Ausbeute in % der Einwaage variierte zwischen 0,26% und 7,00% (Tabelle 37).

Für Horizont 2 wurden 14 Kollagen-Gelatine-Extraktionen durchgeführt. Die Knochenproben stammten von 10 Individuen, vier Knochenproben wurden einer zweiten Extraktion unterzogen. Insgesamt lieferten acht Proben kein Kollagen. Die Ausbeute an Kollagen schwankte bei den Individuen aus Horizont 2 zwischen 0,70mg und 12,50mg, bzw. zwischen 0,14% und 2,50% (Tabelle 38). Aus den Tabellen 37 und 38 ist ersichtlich, dass die von Ambrose (1993) geforderten Werte bezüglich der Kollagenerhaltung ( $\geq 1\%$  des Trockengewichts) von jeweils fünf Knochenproben aus Horizont 1a-c und 2 nicht erreicht wurden. Die Knochenproben waren demnach mäßig bis schlecht erhalten.

**Tabelle 37:** Angegeben ist die Ausbeute an Kollagen der Knochenproben aus Zeholfing Horizont 1 (n=24). Am Ende der Tabelle finden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen vor und nach der Korrektur (Auslese Kriterien vgl. Kap. 4.1.4).

Probennummer	Skelettelement	Einwaage Knochenmehl (mg)	Ausbeute Lyophilisat (mg)	Ausbeute in % der Einwaage
Z. 3	Rippe	502,4	3,1	0,62
Z. 4/1	Rippe	506	19	3,75
Z. 8/1	Rippe	501,4	6,2	1,24
Z. 9	Rippe	503,9	6,4	1,27
Z. 16	Rippe	502,6	35,2	7
Z. 17/1	Rippe	503,2	6,6	1,31
Z. 20	Rippe	505	6,8	1,35
Z. 22	Rippe	505	5,1	1,01
Z. 26	Rippe	507,5	5,2	1,02
Z. 27	Rippe	506,4	6	1,18
Z. 30	Rippe	502	1,4	0,28
Z. 31	Rippe	504,4	28,7	5,69
Z. 39	Rippe	503,7	1,3	0,26
Z. 40	Rippe	505	17,8	3,52
Z. 42	Rippe	509	15,8	3,1
Z. 44	Rippe	506,1	12,6	2,49
Z. 45	Rippe	502,6	12,8	2,55
Z. 46	Rippe	509,5	2,9	0,57
Z. 47	Rippe	502,9	2,7	0,54
Z. 55	Rippe	502,2	11,6	2,31
Z. 56	Rippe	510,3	27,8	5,45
Z. 56/2	Rippe	500,7	12,6	2,52
Z. 57	Rippe	507,5	29,2	5,75
Z. 57/1	Rippe	503,3	28	5,56
		<b>Mittelwert</b>	<b>12,7</b>	<b>2,51</b>
		<b>Median</b>	<b>12,1</b>	<b>2,4</b>
		<b>Standardab.</b>	<b>10,5</b>	<b>2,08</b>
		<b>Mittelwert (Korrektur)</b>	<b>14,94</b>	<b>2,95</b>

Probennummer	Skelettelement	Einwaage Knochenmehl (mg)	Ausbeute Lyophilisat (mg)	Ausbeute in % der Einwaage
		<b>Median (Korrektur)</b>	<b>12,65</b>	<b>2,52</b>
		<b>Standardab. (Korrektur)</b>	<b>8,03</b>	<b>1,58</b>

**Tabelle 38:** Angegeben ist die Ausbeute an Kollagen der Knochenproben aus Zeholfing Horizont 2 (n=6). Am Ende der Tabelle finden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen vor und nach der Korrektur (Auslese Kriterien vgl. Kap. 4.1.4).

Probennummer	Skelettelement	Einwaage Knochenmehl (mg)	Ausbeute Lyophilisat (mg)	Ausbeute in % der Einwaage
Z. 10	Calottenfragment	505,40	2,00	0,40
Z. 11	Rippe	504,10	2,00	0,40
Z. 14	Rippe	500,40	12,50	2,50
Z. 15	Rippe	503,70	2,20	0,44
Z. 49	Rippe	509,30	0,70	0,14
Z. 50	Rippe	506,40	1,70	0,34
		<b>Mittelwert</b>	<b>3,52</b>	<b>0,70</b>
		<b>Median</b>	<b>2,00</b>	<b>0,40</b>
		<b>Standardab.</b>	<b>4,05</b>	<b>0,81</b>
		<b>Mittelwert (Korrektur)</b>	<b>12,50</b>	<b>2,50</b>
		<b>Median (Korrektur)</b>	<b>12,50</b>	<b>2,50</b>
		<b>Standardab. (Korrektur)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

### C- und N-Gehalt in Gewichtsprozent und molares C/N-Verhältnis

In den Tabellen 39 und 40 sind die Kohlenstoff- bzw. Stickstoff-Gewichtsprozente, sowie das molare C/N-Verhältnis aufgetragen. Bei Berücksichtigung der erforderlichen „Richtwerte“ verblieben für Horizont 1a-c 11 erwachsene Individuen und 4 Kinder, welche in die Auswertung einbezogen werden konnten; aus Horizont 2 verblieb nur ein kindliches Individuum. Die restlichen Proben mussten aufgrund mangelhafter Qualität (vgl. Kap.4.1.4) ausgesondert werden.

**Tabelle 39:** Angegeben sind die Gewichtsprozente von N und C, sowie das molare C/N-Verhältnis der Knochenproben aus Zeholfing Horizont 1a-c (n=25). Die  $\delta^{15}\text{N}$ - und  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte sind ebenfalls angegeben. Am Ende der Tabelle befinden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen vor und nach der Korrektur (Auslese Kriterien vgl. Kap. 4.1.4).

Proben-nummer	Skelett-element	%N	%C	C/N (molar)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
Z. 3	Rippe	11,79	36,34	3,60	11,03	-20,30
Z. 4/1	Rippe	13,55	41,50	3,57	9,50	-20,25
Z. 8/1	Rippe	15,75	46,71	3,46	9,96	-20,28
Z. 9	Rippe	12,03	33,02	3,20	11,68	-18,02
Z. 9 nochmal		9,48	26,59	3,27	11,31	-18,97
Z. 16	Rippe	13,91	43,12	3,62	11,00	-19,87
Z. 17/1	Rippe	12,22	38,36	3,66	10,69	-19,63
Z. 20	Rippe	16,96	46,53	3,20	10,87	-19,75
Z. 22	Rippe	12,27	34,17	3,25	10,60	-20,37
Z. 26	Rippe	13,17	30,65	2,72	12,90	-20,00
Z. 27	Rippe	10,23	31,68	3,61	10,25	-19,82
Z. 30	Rippe	16,29	40,04	2,87	10,79	-20,21
Z. 31	Rippe	15,18	47,96	3,69	11,27	-19,64
Z. 39	Rippe	12,47	26,09	2,44	11,20	-19,94
Z. 40	Rippe	15,44	47,00	3,55	12,53	-19,24
Z. 42	Rippe	12,42	38,23	3,59	10,52	-20,01
Z. 44	Rippe	19,52	59,13	3,53	9,46	-19,77
Z. 45	Rippe	14,26	45,54	3,73	11,29	-19,72
Z. 46	Rippe	17,58	40,64	2,70	10,83	-20,04
Z. 47	Rippe	13,53	39,77	3,43	11,35	-20,34
Z. 55	Rippe	14,53	46,38	3,72	11,34	-19,79
Z. 56	Rippe	13,86	45,38	3,82	10,38	-19,53
Z. 56/2	Rippe	12,07	38,44	3,72	10,03	-19,74
Z. 57	Rippe	15,22	49,10	3,76	10,22	-19,29
Z. 57/1	Rippe	15,53	50,49	3,79	10,45	-19,42
	<b>Mittelwert</b>	<b>13,97</b>	<b>40,91</b>	<b>3,42</b>		
	<b>Median</b>	<b>13,86</b>	<b>40,64</b>	<b>3,57</b>		
	<b>Standardab.</b>	<b>2,26</b>	<b>7,71</b>	<b>0,37</b>		
	<b>Mittelwert (Korrektur)</b>	<b>13,86</b>	<b>42,10</b>	<b>3,34</b>		
	<b>Median (Korrektur)</b>	<b>14,12</b>	<b>43,15</b>	<b>3,58</b>		
	<b>Standardab. (Korrektur)</b>	<b>3,72</b>	<b>11,01</b>	<b>0,87</b>		

**Tabelle 40:** Angegeben sind die Gewichtsprozentage von N und C, sowie das molare C/N-Verhältnis der Knochenproben aus Zeholfing Horizont 2 (n=6). Die  $\delta^{15}\text{N}$ - und  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte sind ebenfalls angegeben. Am Ende der Tabelle finden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen vor und nach der Korrektur (Auslese Kriterien vgl. Kap. 4.1.4).

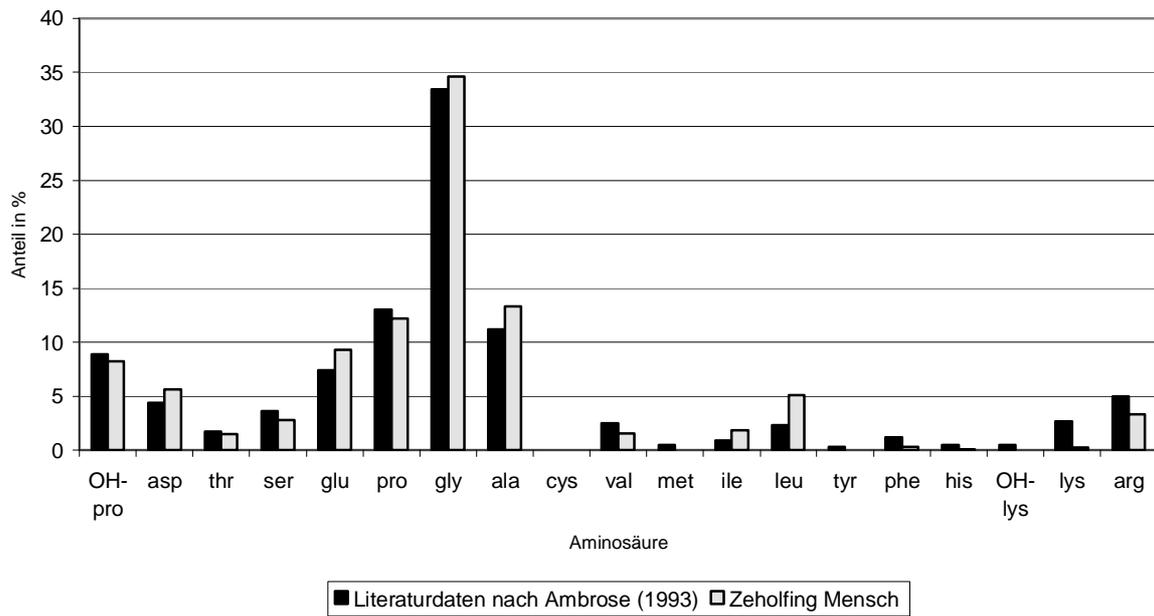
Probennummer	Skelettelement	%N	%C	C/N (molar)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
Z. 10	Calottenfragment	11,21	34,72	3,61	13,05	-19,9
Z. 11	Rippe	11,16	34,97	3,66	12,54	-19,8
Z.14	Rippe	12,73	38,87	3,56	12,47	-19,12
Z. 15	Rippe	9,33	24,24	3,03	9,84	-20,64
Z. 49	Rippe	11,21	32,91	3,43	10,16	-19,63
Z. 50	Rippe	8,24	20,62	2,92	9,92	-20,07
	<b>Mittelwert</b>	<b>10,65</b>	<b>31,06</b>	<b>3,37</b>		
	<b>Median</b>	<b>11,19</b>	<b>33,82</b>	<b>3,50</b>		
	<b>Standardab.</b>	<b>1,46</b>	<b>6,44</b>	<b>0,29</b>		
	<b>Mittelwert (Korrektur)</b>	<b>12,73</b>	<b>38,87</b>	<b>3,56</b>		
	<b>Median (Korrektur)</b>	<b>12,73</b>	<b>38,87</b>	<b>3,56</b>		
	<b>Standardab.</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>		

### Ergebnisse der Aminosäureanalyse

Insgesamt vier menschliche Knochenproben aus der Kirchengrabung wurden einer Aminosäureanalyse unterzogen.

Die laborseitigen Probleme bei der Aminosäureanalyse setzten sich auch hier fort (vgl. Kap. 4.1.4), so dass der Anteil der Aminosäuren in der Probe pro 100mg Lyophilisat, wie auch die prozentuale Verteilung der im Kollagen enthaltenen Aminosäuren nicht bestimmt werden konnte. Der Vergleich der Aminosäurechromatogramme mit Literaturdaten (Abb. 72) ergab, dass eine Probe eine deutlich abweichende Verteilung der Aminosäuren aufwies. Diese wurde, auch aufgrund mangelhafter Qualität hinsichtlich der oben genannten Kriterien, ausgesondert. Die Aminosäureprofile der anderen drei untersuchten Lyophilisate wiesen ein kollagentypisches Spektrum auf. Exemplarisch wurde die Verteilung der Aminosäuren in der Knochenprobe „Zh 8/2“ im Vergleich zu den Literaturdaten aufgetragen (Abb. 72). Hier ist ein kollagentypisches Spektrum erkennbar.

### Aminosäurechromatogramme Zeholfing

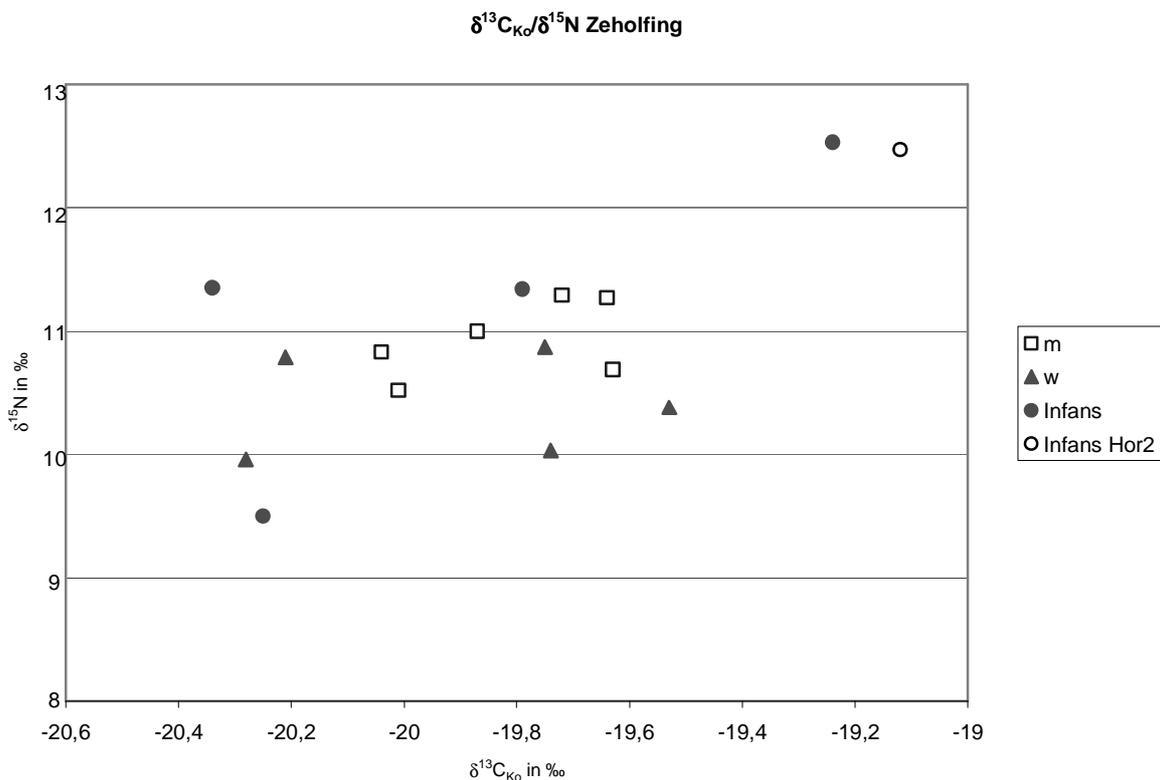


**Abb. 72:** Verteilung der Aminosäuren im Kollagen von rezentem Knochenmaterial (nach Ambrose, 1993), sowie einer menschlichen Knochenprobe aus Zeholfing

### $\delta^{13}\text{C}$ - und $\delta^{15}\text{N}$ -Werte im Kollagen

Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der 11 Erwachsenen aus Horizont 1 a-c lagen zwischen 9,96‰ und 11,29‰ (Tabelle 41), überwiegend in einem vergleichbaren Bereich wie bereits die der Kelheimer Bevölkerung. Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der untersuchten Kinder (5 Infans I; alle jünger als 3 Jahre) lagen zwischen 9,50‰ und 12,53‰. Die zwei jüngsten der Kinder darunter der Säugling aus Horizont 2, waren durch  $\delta^{15}\text{N}$ -Signaturen gekennzeichnet, welche oberhalb derer der Erwachsenen lagen; sie wurden vermutlich gestillt (Tabelle 42 und 43).

Die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte deuteten auf eine Ernährung mit  $\text{C}_3$ -Pflanzen hin.



**Abb. 73:**  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Koll}}/\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Bevölkerung aus der Kirchgrabung von Zeholfing. Alle Individuen stammen aus Horizont 1a-c bis auf ein neonates Individuum aus Horizont 2 (unausgefüllter Kreis)

Die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Koll}}$ - und  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte werden in Kap. 5.2 im Vergleich zu Unterigling und Kelheim diskutiert.

**Tabelle 41:** Angegeben sind die  $\delta^{15}\text{N}$ - und  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der erwachsenen Individuen aus Zeholfing Horizont 1a-c (n=11). Berechnet wurden auch die Mittelwerte, Mediane und die Standardabweichungen.

Probennummer	Geschlecht	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
Z. 8/1	w	9,96	-20,28
Z. 16	m	11,00	-19,87
Z. 17/1	m	10,69	-19,63
Z. 20	w	10,87	-19,75
Z. 30	w	10,79	-20,21
Z. 31	m	11,27	-19,64
Z. 42	m	10,52	-20,01
Z. 45	m	11,29	-19,72
Z. 46	m?	10,83	-20,04
Z. 56	w	10,38	-19,53
Z. 56/2	w	10,03	-19,74
	<b>Mittelwert</b>	<b>10,69</b>	<b>-19,86</b>
	<b>Median</b>	<b>10,79</b>	<b>-19,75</b>
	<b>Standardab.</b>	<b>0,42</b>	<b>0,24</b>

**Tabelle 42:** Angegeben sind die  $\delta^{15}\text{N}$ - und  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der kindlichen Individuen aus Zeholfing 1a-c (n=4). Berechnet wurden auch die Mittelwerte, Mediane und die Standardabweichungen.

Probennummer	Alter	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
Z. 4/1	1,5-2a	9,50	-20,25
Z. 40	0-1a	12,53	-19,24
Z. 47	2-3a	11,35	-20,34
Z. 55	~2a	11,34	-19,79
	<b>Mittelwert</b>	<b>11,18</b>	<b>-19,91</b>
	<b>Median</b>	<b>11,35</b>	<b>-20,02</b>
	<b>Standardab.</b>	<b>1,08</b>	<b>0,44</b>

**Tabelle 43:** Angegeben sind die  $\delta^{15}\text{N}$ - und  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte des kindlichen Individuums aus Zeholfing Horizont 2.

Probennummer	Alter	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
Z.14	neonat	12,47	-19,12

#### 4.3.5 Ergebnisse der Karbonat-Extraktion/Isotopenanalyse

Von 7 Individuen aus Horizont 1a-c und 4 Individuen aus Horizont 2 wurde eine Karbonat-Extraktion durchgeführt. Da es sich bei den Zeholfingern um eine sozial privilegierte Bevölkerungsschicht handelte, wurde vermutet, dass einige Individuen eine ortsfremde <sup>18</sup>O-Isotopensignatur aufweisen.

##### Ausbeute an Karbonat

Die Ausbeute an Lyophilisat lag für die sieben Individuen aus Horizont 1a-c zwischen 42,49mg und 66,37mg (Tabelle 44), für jene aus Horizont 2 zwischen 50,85mg und 64,88mg (Tabelle 45).

**Tabelle 44:** Angegeben ist die Ausbeute an Karbonat der Knochenproben aus Zeholfing Horizont 1a-c (n=7). Am Ende der Tabelle finden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen.

Bef. Nr.	Skelett-element	Einwaage Knochenmehl (mg)	Ausbeute Lyophilisat (mg)	Ausbeute in % der Einwaage
Z. 16/259	Rippe	106,34	57,32	53,90
Z. 17/1/253	Rippe	109,45	46,20	42,21
Z. 17\2	Rippe	103,76	58,09	55,98
Z. 20	Rippe	108,11	42,49	39,30
Z. 23/263	Rippe	108,05	46,56	42,81
Z. 32/240	Beckenfragment	104,96	66,37	63,23
Z. 34/241	Rippe	104,14	55,66	53,44
		<b>Mittelwert</b>	<b>53,24</b>	<b>50,12</b>
		<b>Median</b>	<b>55,66</b>	<b>53,44</b>
		<b>Standardab.</b>	<b>7,82</b>	<b>8,15</b>

**Tabelle 45:** Angegeben ist die Ausbeute an Karbonat der Knochenproben aus Zeholfing Horizont 2 (n=4). Am Ende der Tabelle befinden sich die berechneten Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen.

Bef. Nr.	Skelett-element	Einwaage Knochenmehl (mg)	Ausbeute Lyophilisat (mg)	Ausbeute in % der Einwaage
Z. 49/235	Rippe	102,62	55,82	54,39
Z. 50	Rippe	107,95	64,88	60,10
Z. 51/277	Rippe	101,30	50,85	50,20
Z. 52/249	Rippe	105,40	55,26	52,43
		<b>Mittelwert</b>	<b>56,70</b>	<b>54,28</b>
		<b>Median</b>	<b>55,54</b>	<b>53,41</b>
		<b>Standardab.</b>	<b>5,10</b>	<b>3,67</b>

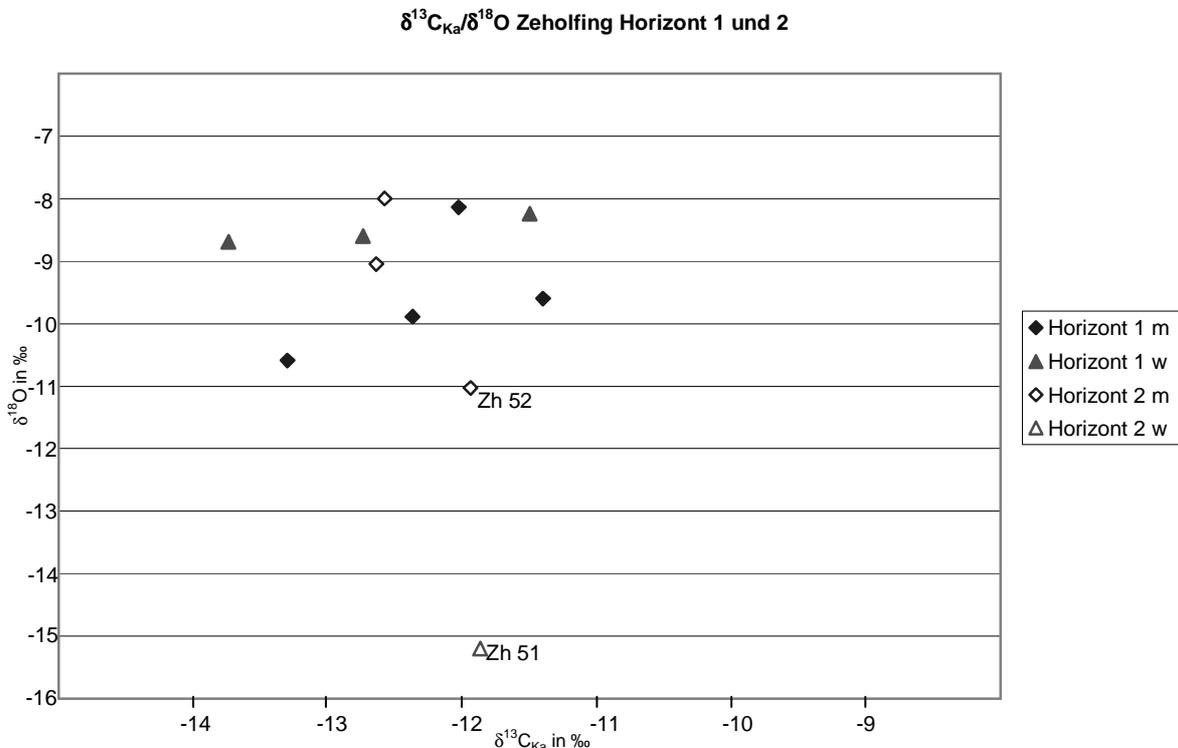
##### $\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{18}\text{O}$ -Werte im Karbonat

In den Tabellen 46 und 47 sind die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ - und  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte sowie ggf. die berechneten  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte angegeben.

Für drei Knochenproben aus Horizont 1a-c konnte ein  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert berechnet werden. Das  $\delta^{13}\text{C}$  war im Karbonat um durchschnittlich 6,61‰ angereicherter als im Kollagen, was auf eine omnivore

Ernährung hindeutet. Bereits die relativ hohen  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte ließen auf eine gute Versorgung mit tierischem Protein schließen. Da der  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert relativ niedrig ist, waren auch Kohlenhydrate und Fette ein wesentlicher Nahrungsbestandteil der Zeholfinger Skelettpopulation.

Für Individuen von Zeholfing Horizont 2 konnte kein  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert berechnet werden.



**Abb. 74:**  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ - und  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte des Karbonats der Bevölkerung von Zeholfing Horizont 1a-c (ausgefüllte Symbole) und Horizont 2 (offene Symbole)

Aus Abbildung 74 ist ersichtlich, dass die  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte bei den Individuen von Zeholfing (ohne „Zh 51“) über gut 2‰ streuen, was 1000 Höhenmetern entsprechen würde. Hierbei könnte es sich um habitatbedingte Abweichungen handeln, da Zeholfing nahe am Bayerischen Wald lag und sich auch die Alpen in erreichbarer Nähe befanden. Die  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte des heutigen Zeholfing/Landshut liegen je nach Lage zwischen -8,5‰ und -8,7‰ (<http://wateriso.eas.purdue.edu/waterisotopes>). Diese Ergebnisse stimmen auch mit dem Großteil der Werte der Zeholfinger Individuen überein. Da es sich bei den Zeholfingern um vermutlich privilegierte Individuen handelte, stammten diese möglicherweise nicht von dort, sondern zogen erst später zu.

Zwei Individuen aus Horizont 2 („Zh 51“ und „Zh 52“) scheinen aus deutlich kälteren Gebieten zu stammen, möglicherweise aus dem Alpengebiet.

Es kann also davon ausgegangen werden, dass zumindest einige Individuen nicht aus Zeholfing stammten, sondern erst später zuzogen.

**Tabelle 46:** Angegeben sind die  $\delta^{13}\text{C}$ - und  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte, sowie, soweit vorhanden, der  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert der menschlichen Individuen aus Zeholfing Horizont 1 (n=7). Berechnet wurden auch die Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen.

Bef. Nr.	Skelett-element	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$
Z. 16/259	Rippe	-13,30	-10,59	6,57
Z. 17/1/253	Rippe	-12,37	-9,89	7,26
Z. 17\2	Rippe	-11,40	-9,60	-
Z. 20	Rippe	-13,74	-8,69	6,01
Z. 23/263	Rippe	-11,50	-8,24	-
Z. 32/240	Beckenfragment	-12,03	-8,14	-
Z. 34/241	Rippe	-12,74	-8,60	-
	<b>Mittelwert</b>	<b>-12,44</b>	<b>-9,11</b>	<b>6,61</b>
	<b>Median</b>	<b>-12,37</b>	<b>-8,69</b>	<b>6,57</b>
	<b>Standardab.</b>	<b>0,82</b>	<b>0,86</b>	<b>0,51</b>

**Tabelle 47:** Angegeben sind die  $\delta^{13}\text{C}$ - und  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der menschlichen Individuen aus Zeholfing Horizont 2 (n=4). Berechnet wurden auch die Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen.

Bef. Nr.	Skelett-element	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)
Z. 49/235	Rippe	-12,64	-9,05
Z. 50	Rippe	-12,58	-8,00
Z. 51/277	Rippe	-11,87	-15,20
Z. 52/249	Rippe	-11,94	-11,03
	<b>Mittelwert</b>	<b>-12,25</b>	<b>-10,82</b>
	<b>Median</b>	<b>-12,26</b>	<b>-10,04</b>
	<b>Standardab.</b>	<b>0,35</b>	<b>2,75</b>

#### 4.3.6 Zusammenfassung

Auch aus anthropologischer Sicht gibt es also Hinweise, dass es sich bei den Individuen aus Zeholfing um eine sozial privilegierte Schicht handelte. Dies machte sich vor allem an einem „späten Sterbegipfel“ in der maturen Altersklasse bemerkbar. Gerade im späteren Mittelalter verschlechterten sich die sonst im Allgemeinen guten Lebensbedingungen und die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt sank (Langenscheidt, 1985; Grupe, 2003). Viele Zeholfinger wiesen zudem eine stattliche Körperhöhe auf.

Tierisches Protein stand den Zeholfingern in ausreichendem Maß zur Verfügung.

Mindestens zwei Individuen aus Zeholfing wiesen eine ortsfremde Signatur der <sup>18</sup>O-Isotope auf, auch diese Mobilität dürfte für Angehörige einer privilegierten Schicht charakteristisch sein.

#### **4.4 Vergleich der beiden Methoden zur Bestimmung des Sterbealters**

Das Sterbealter der Bevölkerungen von Unterigling, Kelheim und Zeholfing wurde einerseits „morphologisch“ anhand definierter Merkmale am Knochen, andererseits aber auch „chronologisch“ anhand der Zuwachsringe im Zahnzement bestimmt. Im Folgenden soll überprüft werden, inwieweit sich die Ergebnisse der beiden Methoden zur Sterbealtersbestimmung ggf. unterscheiden.

Dazu wird das chronologische Sterbealter auf der x-Achse aufgetragen, die morphologischen Altersklassen auf der y-Achse dargestellt. Diese graphische Darstellung ermöglicht es, Abweichungen direkt abzulesen.

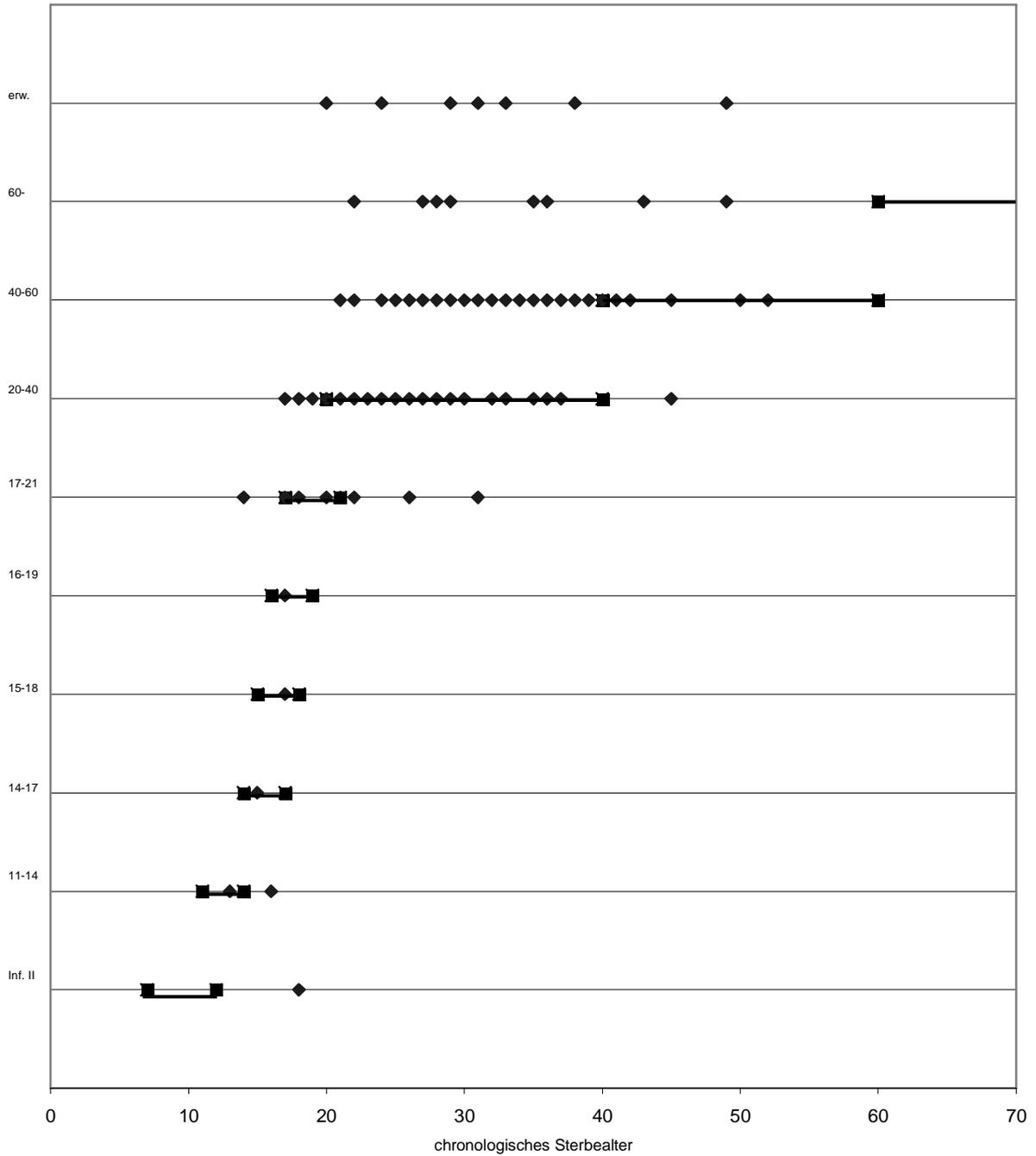
##### **Unterigling**

Beim Methodenvergleich ist für das Gräberfeld von Unterigling zu beobachten, dass die Ergebnisse bis zu einem (morphologischen) Alter von 40 Jahren relativ gut übereinstimmen. Oberhalb dieses „Grenzwertes“ divergieren die Schätzungen des Sterbealters deutlich: Individuen, welche morphologisch der maturen (40-60) oder senilen (60+) Altersklasse zugewiesen wurden, weisen überwiegend ein deutlich geringeres chronologisches Sterbealter auf (Abb. 75). Warum die höheren Altersklassen chronologisch nicht „erkannt“ werden, konnte noch nicht ursächlich geklärt werden. Selbst nach mehrmaliger Überprüfung der morphologischen wie auch der chronologischen Altersbestimmung blieben die Differenzen in den höheren Altersklassen bestehen. Als ein Grund für die Abweichungen in der maturen und senilen Altersklasse könnte der schlechte Erhaltungsgrad der Zähne und des Zahnzements angeführt werden. Er trifft aber nicht für alle Individuen zu. Infolge schlechter Lebensbedingungen könnte das biologische Alter durchaus wesentlich höher sein, als das chronologische: Harte körperliche Arbeit bei schlechter Versorgung lässt das Skelett eventuell schneller altern, was zur Folge hat, dass das Sterbealter morphologisch überschätzt würde, das zahnzementhistologisch bestimmte geringere Alter würde dagegen eher der Realität entsprechen.

Wurden Individuen anhand ihrer Zementringe älter geschätzt, handelte es sich vermutlich um ein Artefakt infolge Doubling, hierbei werden pro Jahr vier (hell, dunkel, hell, dunkel), anstelle der üblichen zwei Ringe gebildet. Plausibel erscheint diese Erklärung für die zwei deutlich „nach oben“ abweichenden Alterswerte bei den 17-21jährigen.

Vergleich chr./morph. Sterbealter Unterigling (n=166)

morph. Altersklassen

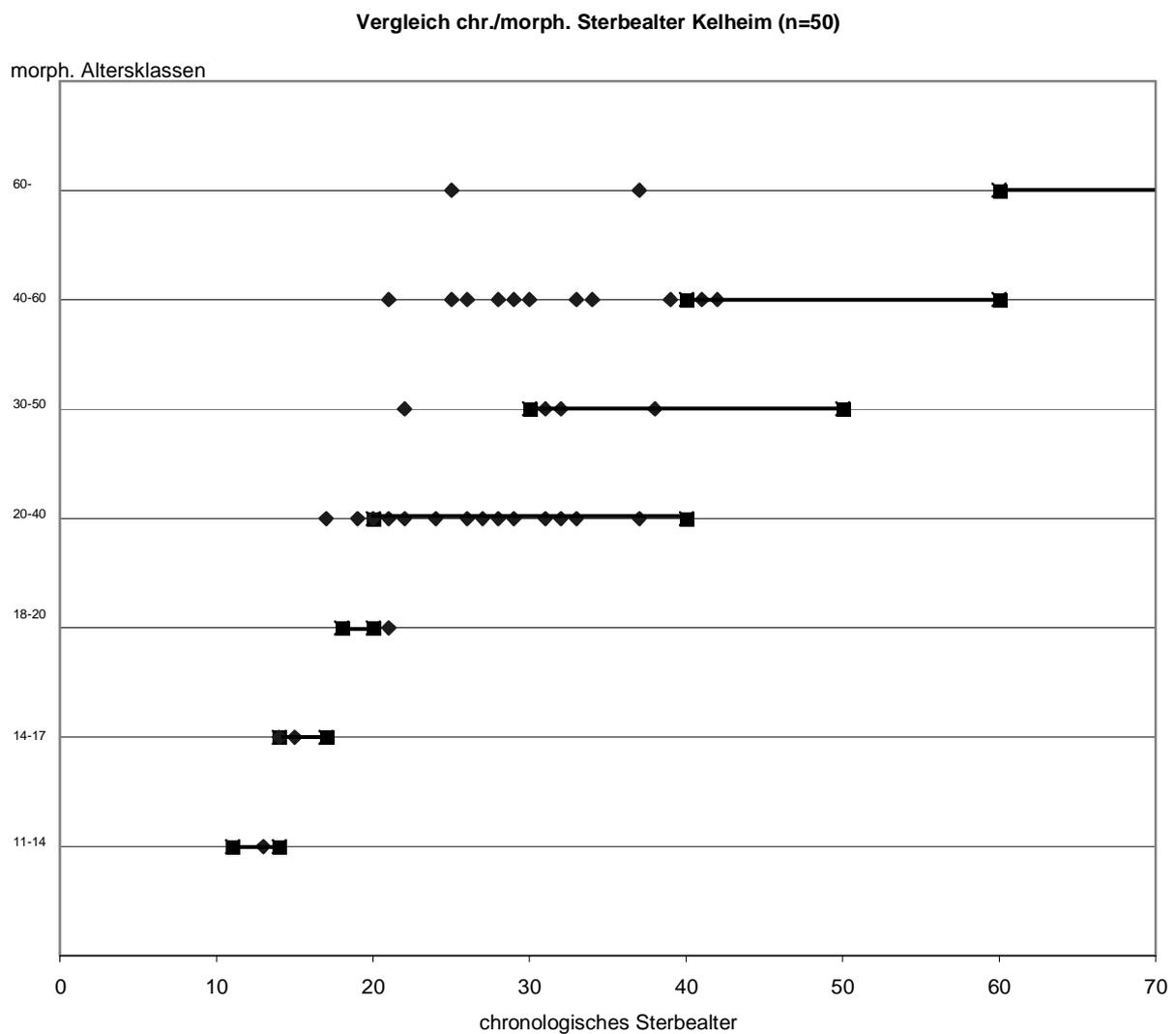


**Abb. 75:** Vergleich der beiden Methoden zur Bestimmung des Sterbealters für das Gräberfeld von Unterigling. Rauten geben das chronologische Sterbealter an, durch eine Linie verbundene Quadrate die morphologisch geschätzten Altersklassen. Mehrfachbelegungen von Werten sind nicht dargestellt.

## Kelheim

Auch für die Kelheimer Skelette wurde der Vergleich zwischen der morphologischen und chronologischen Bestimmung des Sterbealters vorgenommen (Abb. 76).

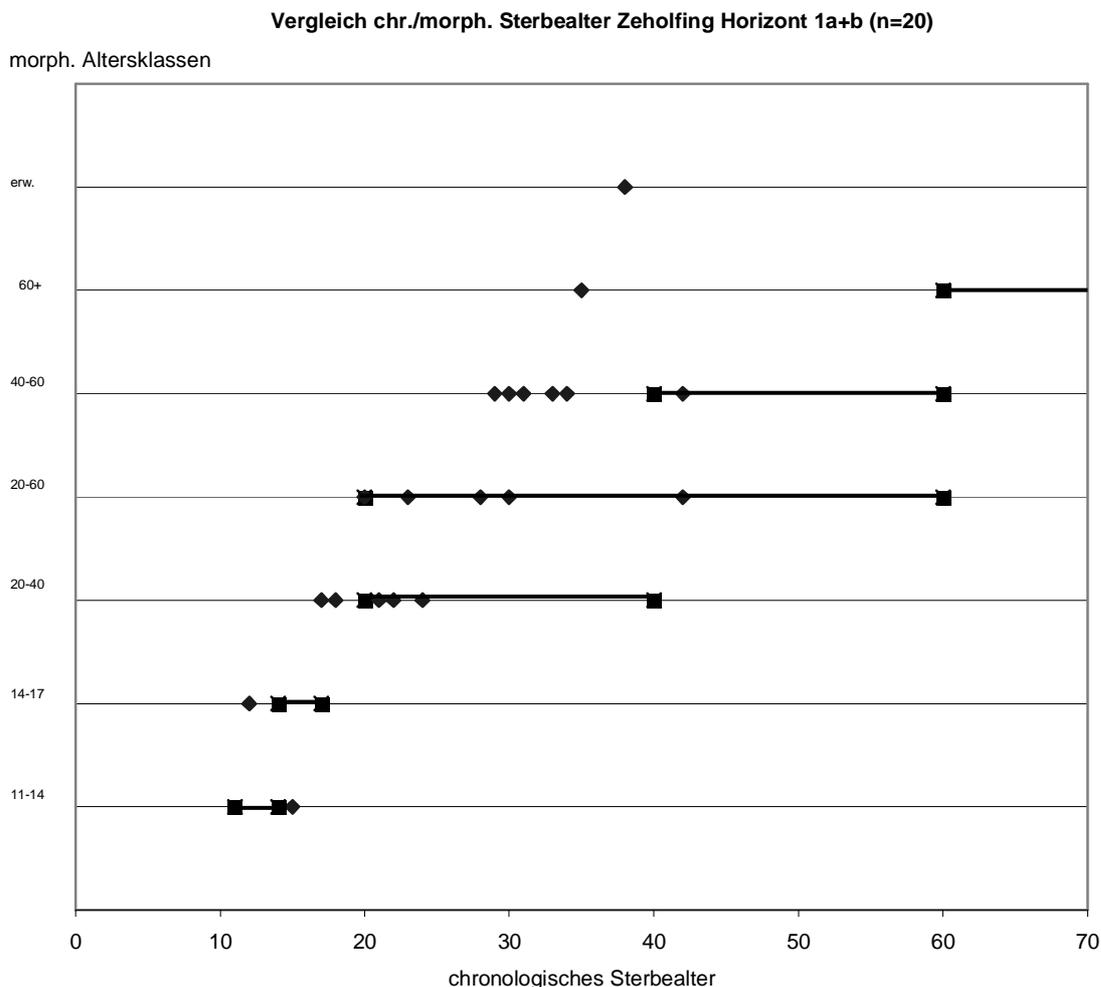
Auch hier stimmen beide Methoden bis zu einem Alter von 40 Jahren gut überein. In der matura (40-60) und senilen (60+) Altersklasse hingegen konnten wiederum kaum bzw. keine Übereinstimmungen zwischen chronologischem und morphologischem Sterbealter festgestellt werden, die histologisch bestimmten Werte liegen dabei stets unter, niemals über dem Skeletalter. Auch bei den Kelheimern handelte es sich um eine schwer arbeitende Bevölkerungsschicht, deren Lebensumstände aber möglicherweise insgesamt besser waren als jene der Unteriglinger. Deshalb kann das Fehlen der Ringe im Zahnzement auch methodische Gründe haben (vgl. Kap. 5.1).



**Abb. 76:** Vergleich der beiden Methoden zur Bestimmung des Sterbealters für das Gräberfeld von Kelheim. Rauten geben das chronologische Sterbealter an, durch eine Linie verbundene Quadrate die morphologisch geschätzten Altersklassen. Mehrfachbelegungen von Werten sind nicht dargestellt.

## Zeholfing

Auch für die Skelettpopulation von Zeholfing, welche morphologisch von Frau Dr. rer. nat. Anja Staskiewicz befundet worden war, mussten wiederum die gleichen Probleme bezüglich der chronologischen und morphologischen Altersbestimmung festgestellt werden. Auch hier stimmen die Ergebnisse beider Methoden bis zu einem morphologischen Alter von 30-40 Jahren einigermaßen überein und entwickelten sich darüber stark auseinander (Abb. 77). In der maturaen Altersklasse (40-60) konnte nur eine Übereinstimmung zwischen chronologischem und morphologischem Sterbealter gefunden werden. Für das untersuchte Individuum aus der senilen (60+) Altersklasse ergab sich eine Differenz von 25 Jahren.



**Abb. 77:** Vergleich der beiden Methoden zur Bestimmung des Sterbealters für das Gräberfeld von Zeholfing. Rauten geben das chronologische Sterbealter an, durch eine Linie verbundene Quadrate die morphologisch geschätzten Altersklassen. Mehrfachbelegungen von Werten sind nicht dargestellt.

Morphologische wie chronologische Altersbestimmung der Skelette von Unterigling, Kelheim und Zeholfing wurden teilweise von unterschiedlichen Personen vorgenommen, dennoch lassen sich in allen drei Komplexen die gleichen Probleme bezüglich der Vergleichbarkeit der Ergebnisse der beiden Altersschätzungsmethoden feststellen. Mögliche Gründe, werden in Kap. 5.1 erläutert.

## **V. Diskussion**

Zunächst werden die Ergebnisse für die drei vorliegend untersuchten Gräberfelder miteinander verglichen. Sodann werden die demographischen Daten wie der Abhängigkeitsindex, der Maskulinitätsindex, die Lebenserwartung, aber auch die Körperhöhe männlicher und weiblicher Individuen der Populationen von Unterigling, Kelheim und Zeholfing mit weiteren Gräberfeldern des mittelalterlichen Altbaierns, Deutschlands und - soweit möglich - Europas verglichen. Dabei sollen diachrone und allopatrische Trends für das gesamte europäische Mittelalter herausgearbeitet werden. Schließlich erfolgt ein Vergleich paläodemographischer Schätzwerte (Sterblichkeit innerhalb des ersten bzw. der ersten fünf Lebensjahre; Lebenserwartung) der drei untersuchten Friedhofspopulationen mit den von Langenscheidt (1985) publizierten Daten.

### **5.1 Vergleich verschiedener Methoden der Alters- und Geschlechtsbestimmung**

#### **Altersbestimmung**

Wie in Kap. IV. erläutert, stimmten die Ergebnisse der morphologischen Altersschätzung anhand verschiedener Skelettmerkmale sowie der chronologischen Altersschätzung anhand der Zuwachsringe im Zahnzement bis zu einem (morphologischen) Alter von ungefähr 40 Jahren überein, darüber wichen die Altersschätzungen aber deutlich voneinander ab. Mittels chronologischer Altersschätzung wurden kaum bzw. keine höheren Altersklassen erreicht, welche morphologisch aber erfasst werden konnten. Beim direkten Vergleich der beiden Methoden zur Altersbestimmung lassen sich in den höheren Altersklassen Abweichungen von 20 Jahren (und mehr) erkennen (vgl. Kap. 4.1.3; 4.2.3; 4.3.3).

Für beide Methoden der Altersschätzung finden sich Befürworter wie auch Gegner.

Es ist möglich, dass die Skelette bei der morphologischen Begutachtung in Bezug auf ihr Sterbealter teilweise deutlich überschätzt wurden. Hunger & Leopold (1978) wie auch Perizonius (1984) gaben beispielsweise an, dass der Obliterationsgrad der Schädelnähte nur einen ungefähren Hinweis auf das Sterbealter geben kann und nur dann angewendet werden sollte, wenn alle anderen Skelettaspekte nicht zur Altersdiagnose herangezogen werden können.

Genau diese Situation lag aber, angesichts der schlechten bzw. unvollständigen Erhaltung eines großen Teils der untersuchten Skelette vor. Da es sich zumindest bei den Unteriglingern und Kelheimern vermutlich um eine schwer arbeitende Population handelte (vgl. z.B. Kap. 4.1.2.4 und 4.2.2.4; Aktivitätsmuster), sollte durchaus in Betracht gezogen werden, dass das biologische Alter möglicherweise tatsächlich über dem chronologischen Alter lag. Durch jahrelange harte Arbeit und schlechte Lebensbedingungen altert der Organismus, und somit auch das Skelett schneller, und ein Individuum könnte so morphologisch älter erscheinen, als es tatsächlich gewesen ist. Die Skelette von

Unterigling und Kelheim wiesen zahlreiche Spuren von Mangelerkrankungen auf, welche durchaus als Zeichen widriger Lebensumstände gelten können. Auch Ferembach et al. (1979) weisen schon darauf hin, dass infolge von Populations- und Sozialunterschieden der Alterungsprozess unterschiedlich schnell fortschreiten kann und dass es eine starke individuelle Variabilität in der Altersveränderung des Skelettes gibt.

Auch dass altersvariable morphologische Merkmale, wie z.B. das Relief der Schambeinsymphyse, in ihrer jeweiligen Ausprägung sehr breit über eine große kalendarische Altersspanne streuen können, ist seit vielen Jahren bekannt (Ascádi & Nemeskéri, 1970, Todd, 1920). Erhebliche Diskrepanzen zwischen dem biologischen und dem chronologischen Alter eines Skelettelementes können daher niemals von vorneherein ausgeschlossen werden.

Andererseits muss auch bei der histologischen Altersbestimmung immer sichergestellt sein, dass nur solche Zähne verwendet werden, welche über eine intakte Zementschicht verfügen.

Lovejoy et al. (1985) sind der Meinung, dass man mit morphologischen Altersbestimmungsmethoden zu 90% das „richtige“ Alter schätzen könne.

Um anhand der morphologischen Altersschätzung am Knochen ein befriedigendes Ergebnis erzielen zu können, wurden in der vorliegenden Untersuchung möglichst viele altersvariable Merkmale am Skelett berücksichtigt. Die kombinierte Methode, wie sie Nemeskéri et al. (1960) vorschlagen, konnte jedoch nicht angewendet werden, da nicht die Möglichkeit bestand, die Humeri und Femora transversal aufzusägen, um den Zustand der Spongiosa in der proximalen Epiphysenregion zu beurteilen - dies wäre ein sehr invasiver Eingriff gewesen, der deutliche Zerstörung am Skelettmaterial hinterlassen hätte.

Oft war nur eine grobe Altersschätzung (Einteilung in 20-Jahres-Klassen) möglich. Die senile Altersklasse, welche histologisch nie diagnostiziert wurde, war durchaus vertreten.

Seit Großkopf (1988) feststellte, dass sich die Methode zur Bestimmung des chronologischen Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement auch zur Bestimmung des Sterbealters des Menschen eignete, erfuhr diese Methode zunächst große Zustimmung, da die morphologische Altersbestimmung mehrheitlich als ungenügend angesehen wurde. Im Laufe der Zeit wurde Kritik an der „Zahnzementmethode“ laut (z.B. Pilloud, 2004). Nachdem Kagerer (2000) den Zusammenhang zwischen Lebenskrisen und den mindermineralisierten Ringen im Zahnzement feststellte, wurden weitere groß angelegte Studien durchgeführt, welche die Zuverlässigkeit der „Zahnzementmethode“ darlegen sollten. Auch das Auszählen mittels Computerprogrammen wurde in Angriff genommen (Wittwer-Backofen & Buba, 2002; Wittwer-Backofen et al., 2004). Doch auch Computerprogramme können nur solche Ringe auszählen, welche tatsächlich vorhanden sind bzw. mikroskopisch einwandfrei dargestellt werden können. Nüchtern betrachtet, muss selbst die Methode zur chronologischen Altersbestimmung anhand der Zuwachsringe im Zahnzement in Frage gestellt werden (Renz & Radlanski, 2006). Neueste Studien ergaben, dass je nach Lage des Zahns im Zement (bukkal,

lingual, distal, mesial) eine unterschiedliche Anzahl von Ringen ausgebildet werden kann (Lippitsch, in Vorb.; Renz & Radlanski, 2006). So werden eventuell für einen Zahn bzw. schon für ein Dünnschnittpräparat sehr unterschiedliche Ringzahlen gefunden.

Erstaunlich an den vorliegenden Ergebnissen der Zahnzementanalyse war vor allem, dass überhaupt keine höheren Altersklassen erreicht wurde, was bedeuten würde, dass alte Menschen in der Bevölkerung nicht existent waren. Ein maximales Alter von 40 Jahren dürfte wohl nicht den realen Lebensbedingungen entsprochen haben. Auffallend war der oft große Unterschied zwischen morphologischer und chronologischer Altersbestimmung. Da sowohl die Skelette wie auch die Zähne zur Verfügung standen, konnten „in Streitfällen“ alle Parameter nochmals überprüft werden. Dennoch blieb es bei diesen Abweichungen ab einem Alter von 40 Jahren. Wäre dieses Problem nur bei einer der Serien aufgetreten, wäre es als „lokales Phänomen“ zu erklären gewesen, jedoch trat es in allen drei Populationen auf.

Freilich existiert auch ein Gegenbeispiel: Cipriano-Bechtle et al. (1996) schätzten bei der Bevölkerung von Wenigumstadt (vgl. Stauch, 2004) das chronologische Sterbealter höher als das morphologisch bestimmte, was dahingehend interpretiert wurde, dass die Menschen im Mittelalter „doch älter wurden, als zunächst angenommen“.

Hinsichtlich der Gräberfelder von Unterigling, Kelheim und Zeholfing wurden als eine mögliche Ursache für eine „Fehlschätzung“ schon die schwierigen Lebensumstände und die damit einhergehende Mangelernährung angeführt. Infolge Mangelernährung können zwar mindermineralisierte Ringe gebildet werden, doch das Fehlen von Ringen ist damit nicht zu erklären. Des Weiteren gab es bei Individuen aller untersuchter Altersklassen Hinweise auf Mangelernährung und nicht erst ab einem Alter von 40 Jahren. Ringzahlen, die unterhalb der Erwartungen liegen, müssen wohl als altersspezifisches Problem gedeutet werden. Die gleiche Problematik wurde im Übrigen auch schon bei Pferdezähnen beobachtet (persönliche Mitteilung von Frau Karin Schmid, Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin der LMU München, 2005). Bei genauerer Betrachtung der Individuen ab einem Alter von 40 Jahren aus Unterigling und Kelheim war festzustellen, dass sie oft an Parodontopathien litten, was zu einer Verminderung der Ringzahl führen könnte (Kagerer, 2000). Doch auch bei jüngeren Individuen waren solche Parodontosen und Alveolaratrophien zu beobachten, und dennoch wurde ein chronologisches Sterbealter bestimmt, welches mit dem morphologisch geschätzten übereinstimmte.

Ein weiterer Punkt, der für den „Abbau“ von Ringen sprechen könnte, ist die Bodenlagerung der Skelette. Großkopf konnte 1988 zwar feststellen, dass die zahnzementhistologische Bestimmung bodengelagerten Skeletten prinzipiell möglich ist, dennoch ist nicht aufgeklärt, in wie weit chemische und/oder physikalische Einflüsse des umgebenden Sediments zum Verlust äußerer Ringe führen kann. Lokaler Abbau der Zementschicht durch Mikroorganismen kann unter dem Mikroskop erkannt werden, weswegen solche Stellen nicht in die Auswertung einbezogen wurden.

Auch Kagerer (2000) hatte bei seinen Untersuchungen an rezenten Zähnen einen gewissen „Ausschuss“, bei welchem das tatsächliche Alter der Probanden nicht mit dem zahnzementhistologisch bestimmten übereinstimmte. Auch hier handelte es sich meist um ältere Personen. Wäre es deshalb nicht denkbar, dass das Fehlen der Ringe nur in zweiter Linie etwas mit Parodontopathien oder dem (postmortalen) Abbau durch Mikroorganismen zu tun hat? Bei Untersuchungen chemischer Eigenschaften des Knochens konnten eine Reihe von Altersveränderungen festgestellt werden: mit zunehmendem Alter nimmt z.B. der Phosphor-, Calcium- und Kollagengehalt in der Spongiosa der Wirbelkörper ab, der Karbonatgehalt nimmt zu (Szilvássy, 1988). Es wäre durchaus plausibel, dass ähnliche Prozesse wie z.B. Osteoporose, welche in höherem Alter auftreten, einen „physiologischen“ Einfluss auf die Ringbildung haben.

Solche „Alterungsprozesse“ traten in den vorindustriellen Epochen, bedingt durch die schwierigen Lebensumstände, möglicherweise bereits zu einem früheren Zeitpunkt im Leben auf. Damit wäre die Übereinstimmung der beiden Methoden bis zu einem Alter von 40 Jahren zu erklären; ab diesem Alter könnten „Alterungsprozesse“ auftreten, welche nicht nur zum Abbau des Knochenminerals, sondern auch zum Abbau des Minerals in den Zahnstrukturen führen könnten. Dadurch würde eine neue Ringbildung verhindert bzw. verzögert und eventuell bereits bestehende Ringe abgebaut.

Auf dem Gebiet der Zementogenese besteht noch viel Forschungsbedarf. Es ist nach Ansicht der Verfasserin nicht so sehr nötig, weitere Großstudien zur Methodik der Auszählung durchzuführen. Das Problem liegt vielmehr in der Art und Weise der Ringbildung und ggf. des Ringabbaus. Erst wenn diesbezüglich sämtliche physiologischen wie auch umweltbedingten Parameter erforscht sind, wird sich zeigen, wie verlässlich die Methode zur Bestimmung des chronologischen Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement wirklich ist.

Es sei noch angemerkt, dass sich der Aspekt der Krisenringe zweifellos gut zur Bestimmung von Parametern wie Schwangerschaft, Frakturen, Kälte- oder Hungerzeiten eignet (Cipriano 2002; Kagerer, 2000; Strott, 2002).

Bis zu einem Alter von 40 Jahren stimmen beide Methoden zur Bestimmung des Sterbealters gut überein. Welche der beiden Methoden zur Bestimmung von höheren Altersklassen letztlich die „richtige“ ist, kann hier nicht eindeutig geklärt werden. Kostengünstiger und auch weniger zeitaufwendig ist mit Sicherheit die morphologische Altersbestimmung. Hierbei sind allerdings gut erhaltene Skelette und eine Vielzahl von untersuchten Skelettaspekten für eine korrekte Altersbestimmung unablässig. Bei der chronologischen Altersbestimmung kann freilich neben dem Sterbealter unter Berücksichtigung der hypomineralisierten Zementringe zusätzlich auf eventuelle „Krisenzeiten“ eines Individuums geschlossen werden. Wie sich ein genaues Sterbealter in höheren Altersklassen bestimmen lässt, dazu besteht im Moment noch Forschungsbedarf.

## **Geschlechtsbestimmung**

An dieser Stelle soll vor allem auf die Bestimmung des Geschlechts nicht-erwachsener Individuen eingegangen werden. Da die relevanten Skelettregionen noch in der Entwicklung sind, ist die Geschlechtsbestimmung deutlich erschwert. Sie wurde für alle drei untersuchten Gräberfelder nach Schutkowski (1990) an der Kinn- und Beckenregion der kindlichen Individuen durchgeführt. Beim Gräberfeld von Unterigling wurde zusätzlich die relativ neu entwickelte Methode, das Geschlecht anhand der geschlechtstypischen Winkelbildung des Meatus acusticus internus zu bestimmen, angewandt (Wahl & Graw, 2001). Diese ermöglicht eine genauere Geschlechtsbestimmung, weswegen der Anteil der „nicht bestimmbar“ kindlichen Individuen auf dem Gräberfeld von Unterigling relativ gering war. Bei den Gräberfeldern von Kelheim und Zeholfing konnte das Geschlecht der nicht erwachsenen Individuen nur auf die herkömmliche Weise bestimmt werden. Der Grund hierfür war teilweise der schlechte Erhaltungsgrad der Skelette (die benötigten Skelettelemente waren nicht mehr oder nur in Bruchstücken vorhanden). Einige der Schädel aus dem Gräberfeld von Kelheim waren zudem geklebt, so dass der Meatus acusticus internus nicht zugänglich war. Der morphologische Befund der Skelette aus Zeholfing erfolgte bereits 2000/2001, also vor Bekanntwerden der neuen Methode. So lässt sich die hohe Anzahl nicht geschlechtsbestimmbarer kindlicher Skelette aus den Gräberfeldern von Kelheim und Zeholfing im Gegensatz zum Gräberfeld von Unterigling erklären.

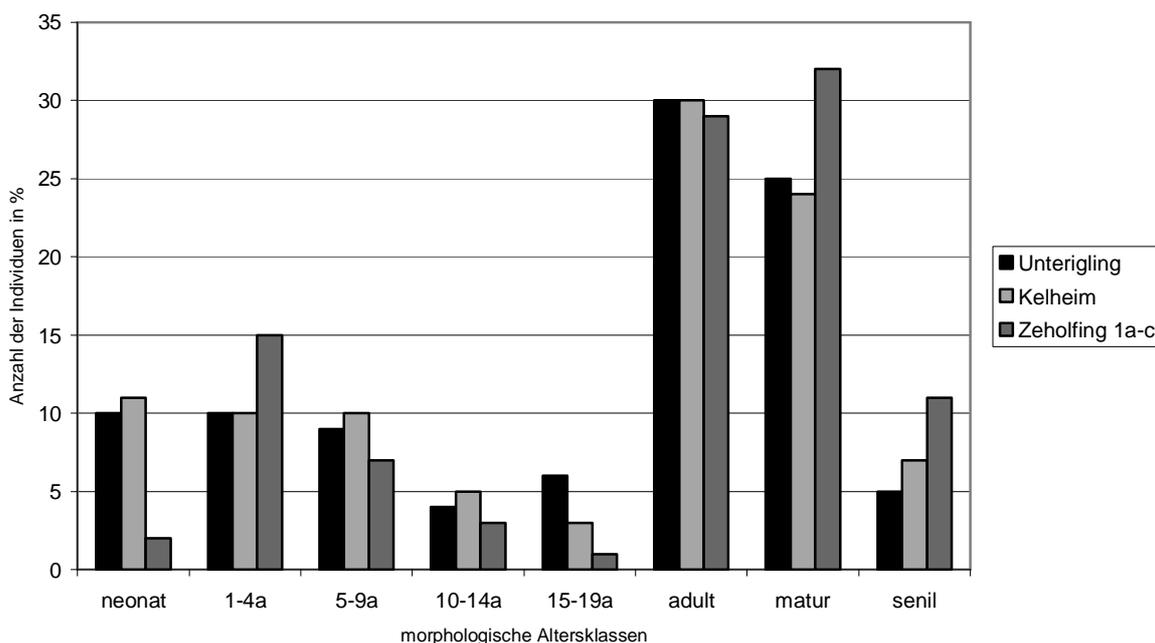
## **5.2 Vergleich der drei untersuchten Skelettpopulationen Unterigling, Kelheim und Zeholfing**

### **5.2.1 Vergleich des Sterbealters**

Aus Abbildung 78 ist ersichtlich, dass es sich bei den Skelettpopulationen von Unterigling und Kelheim um organisch gewachsene Bevölkerungen bzw. Bevölkerungsausschnitte handelte, welche einen hohen Anteil an Säuglingen und Kleinkindern (Grupe et al., 2005) und einen Sterbegipfel der Erwachsenen in der adulten Altersklasse aufweisen, wobei die Frauen durchschnittlich früher als die Männer verstarben (u.a. Acsádi & Nemeskéri, 1957; Brunner, 1972; Daim, 1987).

Die Kirchgrabung von Zeholfing weicht hiervon ab. Die geringe Anzahl der Säuglinge des Horizonts 1a-c beruht auf einem Bestattungsartefakt. Der Sterbegipfel ist in die mature Altersklasse verschoben, was auf bessere Lebensbedingungen und eventuell auch eine bessere medizinische Versorgung dieser wohl eher privilegierten Bevölkerungsschicht hindeutet.

Vergleich des morphologischen Sterbealters von Unterigling, Kelheim und Zeholfing 1a-c



**Abb. 78:** Vergleich des morphologischen Sterbealters der Skelettpopulationen von Unterigling, Kelheim und Zeholfing

Die Sterbealtersverteilung der beiden frühmittelalterlichen Skelettpopulationen von Unterigling und Kelheim verhält sich annähernd gleich.

Ein Unterschied zwischen Kelheim und Unterigling liegt in den Separatgrablagen: Während die Unteriglinger teilweise schon in der früh-adulten Altersklasse verstarben, wurden die Kelheimer deutlich älter. Sie erreichten überwiegend die mature Altersklasse und waren somit durchschnittlich älter als die Individuen in den anderen Bestattungsarealen. Eine höhere Lebenserwartung spricht für eine bessere (medizinische) Versorgung. Die sozial privilegierte Bevölkerungsschicht musste üblicherweise auch weniger hart arbeiten, was anhand der Aktivitätsmuster für die Populationen von Unterigling und Kelheim verifiziert werden konnte.

Ein deutlicher Zusammenhang zwischen privilegierter Bevölkerungsschicht (Eibl, 2005) und höherer Lebenserwartung konnte auch für die Individuen von Zeholfing festgestellt werden. Das Maximum der Sterblichkeit war in die mature Altersklasse verschoben und auch der Anteil der senilen Individuen war, im Vergleich zu Unterigling und Kelheim, erhöht.

Die chronologische Altersbestimmung anhand der Zuwachsringe im Zahnzement (Abb. 79) ergab, dass der größte Anteil der Individuen in der adulten (bzw. für Zeholfing auch frühmaturen) Altersklasse verstarben. Die ältesten Individuen wurden in Unterigling beobachtet. Auffällig war, dass die senilen Altersklassen anhand der chronologischen Altersbestimmung nicht erreicht wurden, obwohl sie morphologisch erfasst werden konnten (mögliche Erklärungen hierfür wurden bereits in Kap. 5.1 vorgestellt).

Vergleich des chronologischen Sterbealters von Unterigling (n=158), Kelheim (n=50) und Zeholfing (n=20)

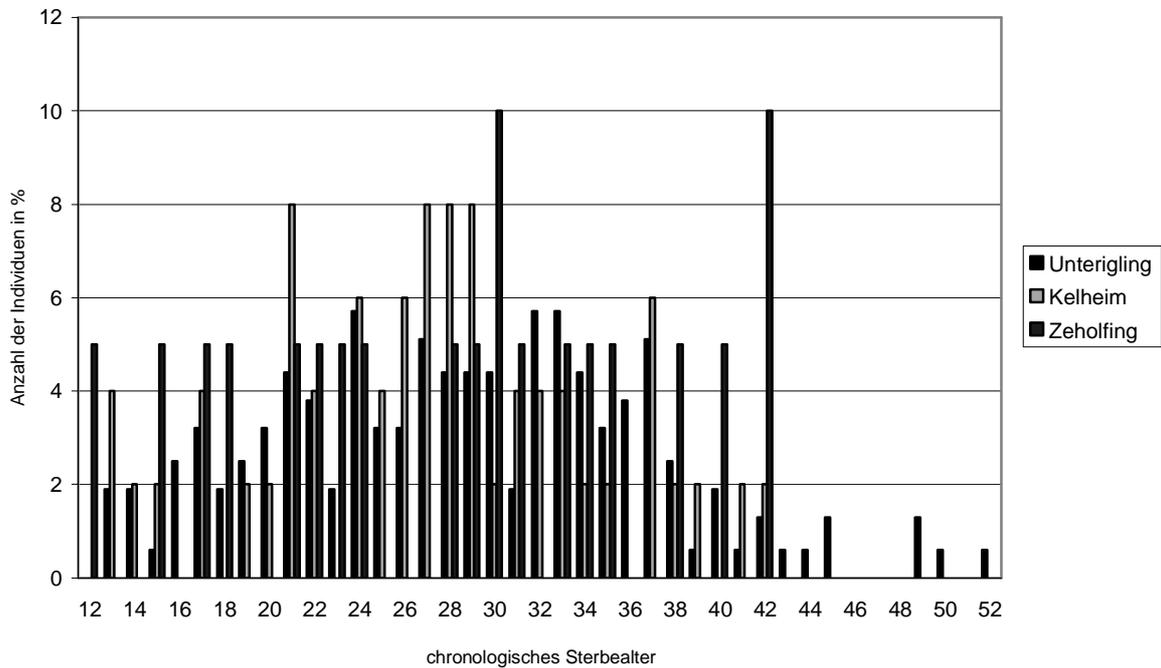
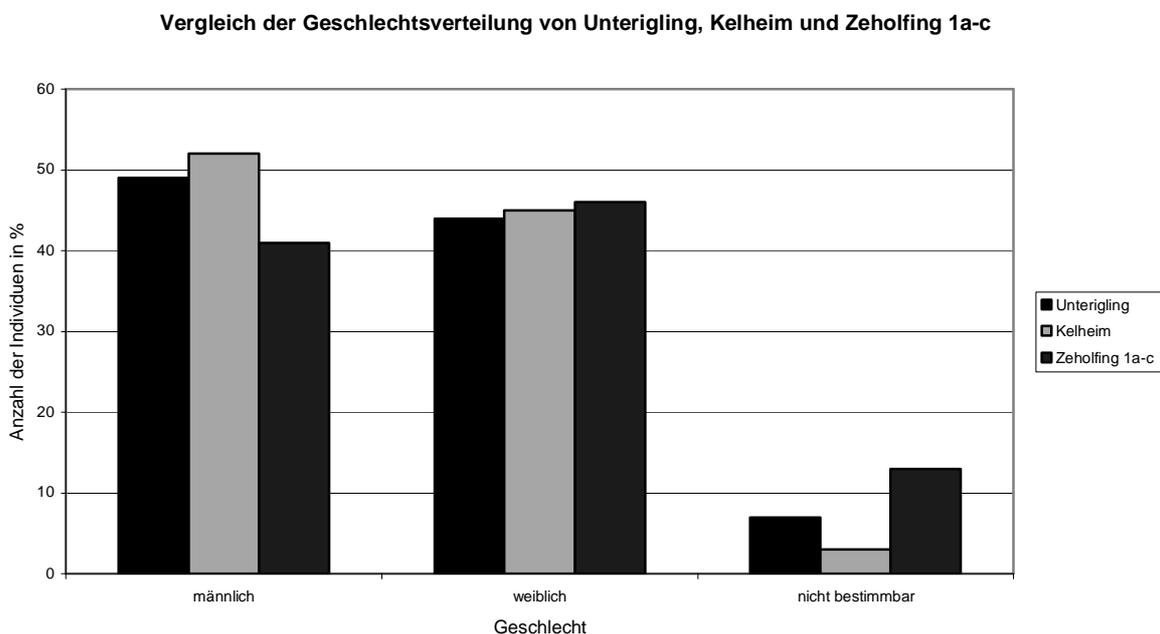


Abb. 79: Vergleich des chronologischen Sterbealters der Skelettpopulationen von Unterigling, Kelheim und Zeholfing

Insgesamt konnte ein niedrigeres Sterbealter für die Individuen aus Unterigling und Kelheim festgestellt werden. Eine hohe Sterblichkeit in der adulten Altersklassen wurde schon von vielen Autoren beobachtet (Acsádi & Nemeskéri, 1957; Brunner, 1972; Daim, 1985) und gilt für das frühe Mittelalter als ein typischer Befund.

## 5.2.2 Vergleich der Geschlechtsverteilungen

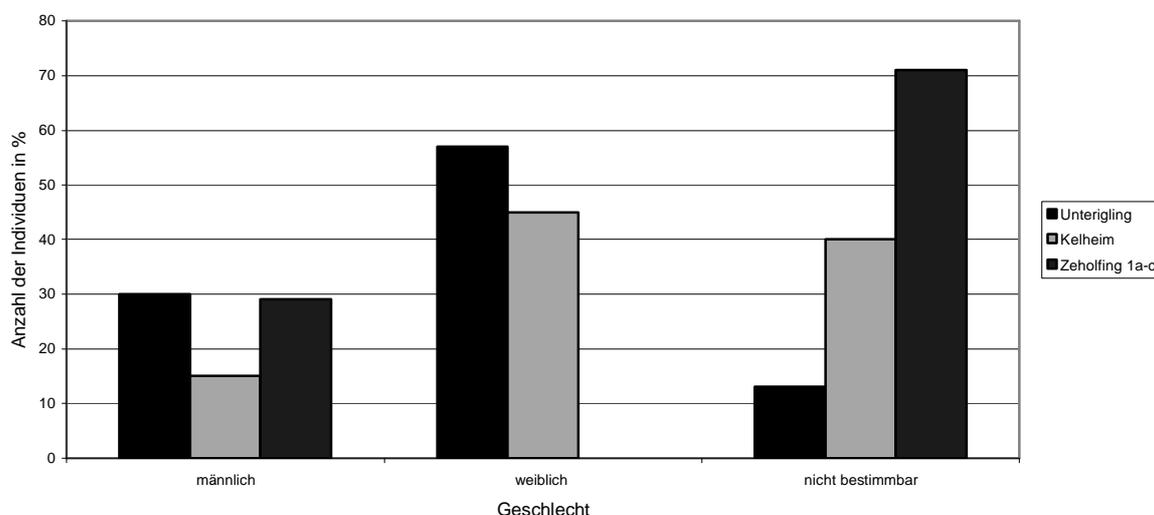
Bei den Gräberfeldern von Unterigling und Kelheim konnte ein leichter Männerüberschuss festgestellt werden (Abb. 80), wie dies für viele mittelalterliche Gräberfelder beobachtet wurde (Acsádi & Nemeskéri, 1957; Bach & Dušek, 1971; Brunner, 1972; Creel, 1966; Daim, 1987; Kaufmann & Schoch, 1983). Es gibt viele Gründe für einen Männerüberschuss. Möglicherweise handelte es sich um Auswirkungen einer Reproduktionsstrategie (Herrmann & Grupe, 1986): Ein Investment der Eltern in einen Knaben brachte höheren Nutzen. Dies wurde bei beiden Skelettpopulationen auch an der großen Anzahl verstorbenen Mädchen deutlich. Für Kelheim erscheint ein gewisser Männerüberschuss ohnehin plausibel, denkt man an die Bedeutung der Region im Erzabbau.



**Abb. 80:** Vergleich der Geschlechtsverteilung von Unterigling, Kelheim und Zeholfing Horizont 1a-c

Bei der Kirchengrabung von Zeholfing Horizont 1a-c hingegen konnte ein Frauenüberschuss festgestellt werden. Freilich handelte es sich nur um einen Ausschnitt des gesamten Bestattungsareals. Möglicherweise wurden die Männer in einem anderen Bereich der Kirche bestattet (wie dies auch bei den Säuglingen der Fall war), welcher nicht ergraben ist. Ein Frauenüberschuss kann grundsätzlich aber auch andere Gründe haben: Wenn z.B. die Männer in den Krieg zogen oder nach einer neuen Heimat suchten, verstarben diese natürlich an anderen Orten (Acsádi & Nemeskéri, 1957). Die Frauen blieben zurück und verstarben vor Ort, was auf dem Gräberfeld zu einem Frauenüberschuss führte.

Vergleich der Geschlechtsverteilung der Kinder aus Unterigling, Kelheim und Zeholfing  
Horizont 1a-c



**Abb. 81:** Vergleich der Geschlechtsverteilung der Kinder aus Unterigling, Kelheim und Zeholfing  
Horizont 1a-c

Die Geschlechtsverteilung der kindlichen Individuen (Abb. 81) lässt deutlich erkennen, dass sowohl in Unterigling als auch in Kelheim eine Bevorzugung der männlichen Kinder erfolgte, (was wiederum zu einem Männerüberschuss der Erwachsenen führen kann). In Unterigling wurden fast doppelt so viele Mädchen wie Knaben bestattet, in Kelheim waren es sogar dreimal so viele. Bei der Kirchengrabung von Zeholfing war der Anteil der „nicht-bestimmbaren“ Kinder zu hoch, als dass eindeutige Aussagen möglich wären.

In vielen patriarchalischen mittelalterlichen Gesellschaften wurden die Mädchen, aktiv oder passiv, vernachlässigt, was zu deren Tod führte (Creel, 1966). Ein Knabe konnte den Hof bewirtschaften und weiter führen, ein Mädchen hätte bei einer ungünstigen Heirat den elterlichen Hof als Mitgift in die Ehe bringen müssen, was zu dessen Teilung geführt hätte. Die Investition in einen Knaben war für die Eltern in einer agrarischen Bevölkerung wie Unterigling also lohnender, da sich ihr Besitz bei einer Heirat womöglich noch vergrößert hätte (vgl. Engel & Voland, 1993).

Für jene Kelheimer Familien, welche in der Eisenverhüttung tätig waren, war natürlich ebenfalls ein Knabe eine „sinnvollere Investition“.

Trotz dieser Vermutungen hinsichtlich aktiver oder passiver Tötung von Kindern, konnte für die Bevölkerung von Unterigling festgestellt werden, dass sie ihre Kinder dennoch insoweit hoch schätzten als sie sie in einzelnen Gräbern und auch um die Kirche herum bestatteten. Selbst eine Frühgeburt wurde in Unterigling in einem separaten Grab bestattet.

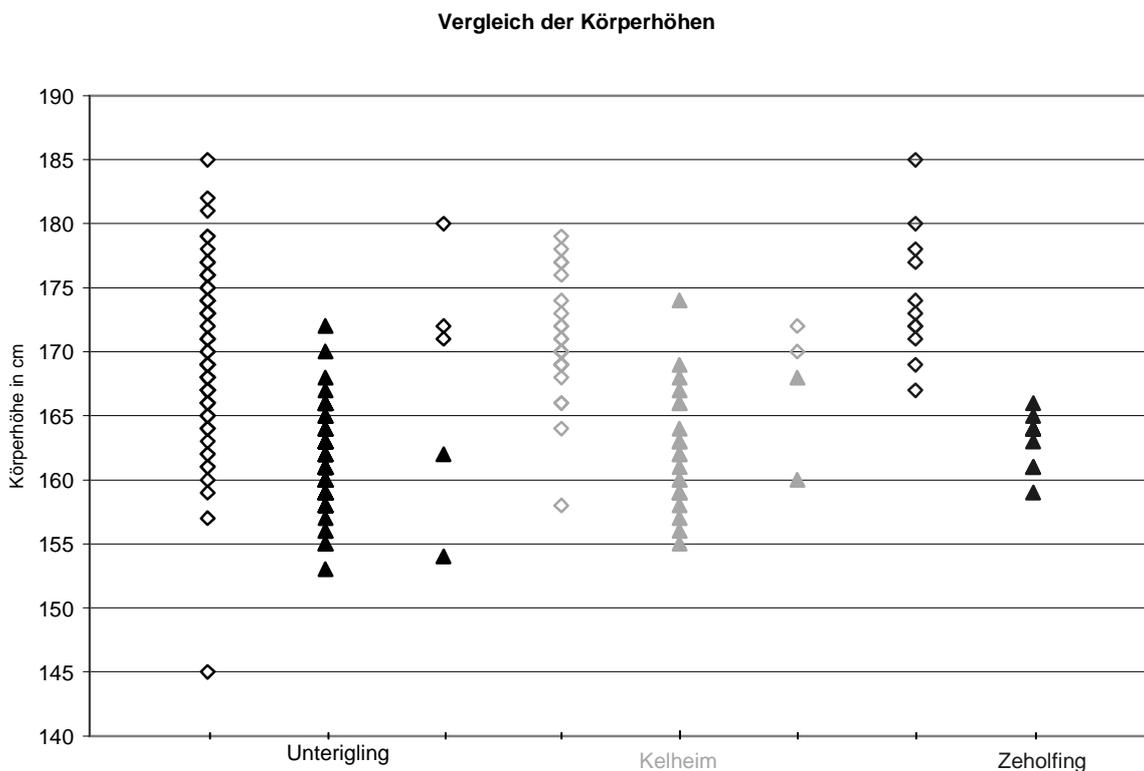
Für die Kinder aus Kelheim konnte kein spezifisches Bestattungsareal festgestellt werden. Die Knochen der Säuglinge wurden allerdings erst im späteren Projektverlauf bei der Auswertung der Tierknochen entdeckt (persönliche Mitteilung von Frau Susanne Bischler M.A., Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin der LMU München, 2005). Diese Säuglinge wurden

also zusammen mit den tierischen Abfallprodukten „entsorgt“. Auch die Tatsache, dass in Kelheim die Kinder schlechter mit tierischem Protein versorgt waren als die Erwachsenen (vgl. Kap. 4.2.4), lässt ggf. auf geringere Wertschätzung schließen. Dies wurde in mittelalterlichen Gesellschaften des Öfteren beobachtet (Arnold, 1986). Die Kelheimer betrachteten ihre Kinder möglicherweise als „nicht perfekte Erwachsene“ (Arnold, 1986), welche bereits relativ jung weitgehend für sich selbst sorgen mussten und bei der Versorgung mit Protein ggf. „zurückstanden“.

In Unterigling und Kelheim bestand also ein deutlicher Unterschied in der Beziehung zu den Kindern. Die - vergleichsweise schlecht versorgte - Bevölkerung von Unterigling brachte ihren Kindern durchaus Fürsorge und Respekt entgegen. Bei den - eher etwas besser gestellten - Kelheimern, wurden viele Säuglinge nicht bestattet, sondern in Abfallgruben „entsorgt“ (vgl. auch Creel, 1966; Schwidetzky, 1967 für andere mittelalterliche Bevölkerungen).

### 5.2.3 Vergleich der Körperhöhen

In Abbildung 82 sind die Körperhöhen der erwachsenen Individuen von Unterigling (schwarz), Kelheim (grün) und Zeholfing (blau) dargestellt.



**Abb. 82:** Vergleich der Körperhöhen der Individuen aus Unterigling (schwarz), Kelheim (grün) und Zeholfing Horizont 1a-c (blau). Für jede Skelettpopulation sind die männlichen (♢) und die weiblichen (▲) Werte angegeben, für Unterigling und Kelheim ferner gesondert jene der männlichen und weiblichen Individuen aus der Separatgrablege.

Die Zeholfinger wiesen durchschnittlich höhere Körperhöhenwerte auf als die beiden anderen Populationen.

Auch die Männer der Separatgrablege von Unterigling sind etwas größer als der Bevölkerungsdurchschnitt.

Die weiblichen Individuen sind in allen drei Populationen durchschnittlich deutlich kleiner (ca. 10 cm) als die männlichen.

Die Unteriglinger Bevölkerung weist mit  $170 \pm 6$  cm für die Männer und  $161 \pm 3,5$  cm für die Frauen die geringsten Körperhöhen-Mittelwerte auf. Insbesondere die männlichen Werte liegen eher am unteren Ende des für frühmittelalterliche Reihengräberfelder üblichen Körperhöhenpektrums. Geht man von einer insgesamt schlechteren Ernährungssituation in Unterigling aus, ist durchaus nachvollziehbar, dass das genetische Potential in Bezug auf die Körper(end)höhe von jenen Individuen, welche während ihrer Wachstumsphase wiederholt Versorgungskrisen und/oder Infektionskrankheiten ausgesetzt waren, nicht komplett ausgeschöpft werden konnte.

#### **5.2.4 Vergleich der Aktivitätsmuster**

Im Gegensatz zu Unterigling gab es in Kelheim, einer der wichtigsten Eisenverhüttungsstätten des Mittelalters, schon eine wichtige Industrie. Die agrarisch lebende Bevölkerung von Unterigling war hauptsächlich in der Landwirtschaft tätig. Da hier keine Schriftquellen bezüglich spezifischer beruflicher Tätigkeiten vorhanden sind, kann auf kein bestimmtes „Berufsfeld“ geschlossen werden.

Im Folgenden werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede innerhalb der Aktivitätsmuster herausgearbeitet, um festzustellen, inwiefern sich das agrarische Unterigling vom protostädtischen Kelheim, unterscheidet.

Erstaunlich war, dass eine beträchtliche Zahl von Individuen beider Skelettpopulationen die linke Körperhälfte bevorzugte. Dies fiel vor allem bei den Femurindexwerten auf. Auch der Humerus Längen-Dicken-Indexwert war aber immerhin bei ca. 45% der Individuen aus Unterigling und über 30% der Kelheimer links höher als rechts. Von der heutigen (und auch früheren; vgl. Creel, 1966) Verteilung ausgehend, sollte der Anteil der „Rechtshänder“ in einer Bevölkerung deutlich höher sein als jener der „Linkshänder“ (5% der heutigen Bevölkerung sind Linkshänder; Brockhaus, 1997). Die Kelheimer wiesen insgesamt höhere Indexwerte auf als die Unteriglinger, waren also deutlich robuster. Die Robustizität kann zum einen auf reaktiver Knochenanpassung an hohe Muskelaktivität/körperliche Schwerarbeit beruhen, zum anderen auch eine genetische Eigenheit der Kelheimer Population darstellen.

Die hohen Werte des Humerus Längen-Dicken-Index und die kräftigen Muskelmarken an den Humeri lassen bei beiden Skelettpopulationen darauf schließen, dass die Hauptbelastung in den Oberarmen

und Schultern lag. Dies betraf aber jeweils nur einen Teil der untersuchten Individuen, was die Arbeitsteilung in der Bevölkerung widerspiegelt. Die Männer waren demnach zum Teil als Schmiede, Holzfäller, Müller, Knochenhauer, Lastenträger o.ä. tätig. In Kelheim waren einige sicherlich in der Eisenverhüttung oder als Fischer beschäftigt. Frauen, welche hohe Werte des Femur Robustizitäts-Index oder besonders niedrige Werte des Index platymericus aufwiesen, könnten dauerhaft oder über längere Zeit an Spinnrad oder Töpferscheibe gewirkt haben.

Einige zumeist männliche Individuen wiesen eine Kombination von deutlichem Schultergelenkverschleiß, stärkeren Muskelmarken an den Humeri und/oder insgesamt höhere Indexwerte auf.

Viele historische „Berufe“ erfordern dynamische Muskelarbeit verbunden mit statischer Haltearbeit, welche zum vorzeitigen Verschleiß der Schulter, Hüft- und Kniegelenke sowie auch zu degenerativen Veränderungen der Wirbelsäule führen (Schmidt, 1982).

Die Verschleißerscheinungen der Wirbelsäule traten bei den Kelheimer Männern vier mal häufiger, bei den Unteriglinger Männern 1,5 mal häufiger auf als bei den „zugehörigen“ weiblichen Individuen. Die Kelheimer Männer wiesen dabei noch deutlich öfter Erkrankungen an der Wirbelsäule auf als die Unteriglinger. Sie mussten möglicherweise schwerere Lasten tragen.

Die häufigen degenerativen Erkrankungen der Hüftgelenke bei beiden Bevölkerungen sind aber auch durch Tätigkeiten in der Landwirtschaft erklärbar. Untersuchungen an mehreren mittelalterlichen Gräberfeldern belegen, dass die meisten degenerativen Erkrankungen bei ländlichen Bevölkerungen im Bereich der Hüfte lagen (Schultz, 1978; Stloukal & Vyhnánek, 1975). Gehen in unebenem Gelände, wie beispielsweise auf einem frisch gepflügten Acker, wirkt sich besonders negativ auf die Hüftgelenke aus (Bergner, 1992; Schmidt, 1982).

Die Tätigkeiten der Bauern waren vielfältig und beinhalteten das Pflügen, das Säen, das Ernten und das Dreschen des Getreides, das Halten des Ochsen, welcher den Pflug zog, sowie das Errichten von Zäunen und das Besorgen von Brennholz (Vogt-Lüerssen, 2001).

Die weiblichen Individuen aus Unterigling und Kelheim mussten wohl ähnliche Tätigkeiten verrichten - die täglichen Aufgaben im Haus wie Backen, Kochen, Waschen, Versorgung der Kinder und alten Menschen (Bergner, 1992). Außerdem mussten sie Tiere versorgen, melken, beim Pflügen den Ochsen antreiben und bei der Ernte das Getreide schneiden und bündeln (Bergner, 1992). Bei den Kelheimer Frauen traten neben Hüftgelenksarthrosen noch verstärkte degenerative Erkrankungen der Knie-, sowie der distalen und proximalen Sprunggelenke auf. Sie legten möglicherweise weitere Strecken unter Belastung zurück, etwa, wenn sie ihre Verkaufswaren zum Markt brachten.

Bei einigen Frauen aus beiden Skelettpopulationen wurden verstärkte Muskelmarken an den Humeri, sowie Schultergelenksarthrosen festgestellt; möglicherweise waren diese häufiger mit Weben oder dem Mahlen von Getreide beschäftigt (vgl. ggf. Arbeitsteilung).

Beide Bevölkerungen wiesen also ähnliche Aktivitätsmuster auf. Unterschiede zeigen sich allerdings in der Art der Frakturen. In Unterigling waren 12% der erwachsenen Individuen betroffen, in Kelheim waren es 23%. Bei einigen Individuen wurden mehrere Frakturen beobachtet.

Erstaunlich war jedoch, dass die Frakturen der Unteriglinger hauptsächlich im Bereich des Humerus lagen. Derartige Frakturen entstehen z.B. durch Stürze aus großer Höhe oder durch einen Sturz auf den Ellenbogen oder den ausgestreckten Arm (Brehme, 2004). Humerusfrakturen treten durchaus auch in anderen mittelalterlichen Bevölkerungen auf, allerdings mit untergeordneter Häufigkeit; vorrangig werden normalerweise Frakturen der Ulna festgestellt (Kunter, 1974), wie dies auch in Kelheim der Fall war. Häufig sind dabei klassische Parierfrakturen etwa in der Diaphysenmitte.

Da das Vorhandensein von Parierfrakturen in mittelalterlichen Bevölkerungen geradezu als normal angesehen werden kann, ist ihr Fehlen in Unterigling umso erstaunlicher. Die in Unterigling auftretenden Frakturen geben insgesamt keinerlei Hinweise auf Gewalttätigkeiten.

Als Besonderheit gab es auf beiden Gräberfeldern eine Separatgrablege. Die Aktivitätsmuster der dort bestatteten Individuen werden im Folgenden erörtert.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass diese Individuen eher wenig degenerative Gelenkerkrankungen aufwiesen, welche auf schwere körperliche Arbeit schließen lassen. Vielmehr handelte es sich, besonders bei den älteren Individuen aus Kelheim, um altersbedingte Gelenkveränderungen.

Einzelne Individuen aus den Separatgrablegen zeigten erhöhte Indexwerte oder verstärkte Muskelmarken. Da es sich um sozial Privilegierte handelte, wird davon ausgegangen, dass diese durch Tätigkeiten wie Bogenschießen oder Schwertkampf entstanden.

Erstaunlich waren die sehr verstärkten Muskelmarken an beiden Humeri des Mannes aus der Zentralbestattung des Kreisgrabens von Kelheim, zumal dieses Individuum noch sehr jung war (17-20 Jahre). Möglicherweise gingen die verstärkten Muskelmarken dieses Mannes auf eine „militärische Ausbildung“ zurück.

### **5.2.5 Analyse und Vergleich der stabilen $\delta^{13}\text{C}_{\text{K}_0}$ und $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aus dem Knochenkollagen**

Die Erhaltung des Kollagens kann in bodengelagerten Knochen durch die im Liegemilieu befindlichen Mikroorganismen extrem gestört sein was zu Abweichungen der C- und N-Isotopensignatur und somit zu Fehlinterpretationen führen kann. Die Molekülstruktur des Knochens wird nach dem Eindringen der Mikroorganismen durch die Havers'schen oder Volkmann'schen Kanäle durch Proteasen oder Kollagenasen zerstört. Das schwer lösliche Hydroxylapatit kann durch die entstehenden Säuren angegriffen werden (Balzer et al., 1997). Die Mikroorganismen selbst bringen zudem ihre eigene Isotopensignatur ein.

Ferner sollte nicht vernachlässigt werden, dass einige Tierknochen aus Abfallgruben eventuell gekocht worden waren, was sie anfälliger für eine Zersetzung durch Mikroorganismen macht. Die Folgen des Kochens auch im Hinblick auf den Erhaltungsgrad des Kollagens werden derzeit von Harbeck (2006) anhand von Aminosäure-Razemisierungsmethoden untersucht. Gekochte und ungekochte Knochen lassen sich hiernach anhand des Razemisierungsgrades der Asparaginsäure unterscheiden. Normalerweise liegen Aminosäuren im lebenden Organismus in ihrer L-Form vor. Nach dem Tod eines Organismus geht die L-Form in die D-Form über, bis ein Gleichgewicht beider Enantiomere entsteht. Harbeck (2006) konnte eine Anreicherung der D-Form schon nach kurzer Inkubationszeit im Temperaturexperiment feststellen. Der Razemisierungsgrad von Aminosäuren hängt neben der Liegezeit also auch stark von der Temperatur ab. Eine erhöhte Konzentration der D-Form in tierischen Knochenproben könnte demnach einen Hinweis auf Kochen bzw. Erhitzen geben (Harbeck, 2006). Einige menschliche und tierische Knochenproben aus Unterigling und Kelheim wurden von Harbeck (2006) diesbezüglich untersucht. Die Ergebnisse lagen bei Abfassung der Dissertation noch nicht vor.

### **Ausbeute in Prozent**

Im Falle von gut erhaltenem Kollagen macht der Kollagenanteil nach Ambrose (1993) mindestens 1% der Einwaage an Knochenmehl aus. Schlecht erhaltene Knochenproben lassen sich nach dem Lyophilisieren oft schon „mit dem bloßen Auge“ an ihrer gelb-bräunlichen Farbe und griesigen bis gummiartigen Konsistenz erkennen - sofern überhaupt Lyophilisat erhalten wurde. Gut erhaltenes Kollagen ist weiß und zeichnet sich durch seine wattige Konsistenz aus.

Die Kollagenausbeute der menschlichen Knochenproben aus dem Gräberfeld von Unterigling lag bei 0,76% bis 17,49%, die der tierischen Knochenproben bei 0,13% bis 10,63%. Drei (5%) menschliche und sogar sieben (47%) tierische Knochenproben wiesen eine Ausbeute an Kollagen von unter einem Prozent auf, mussten also wegen Unterschreitung des von Ambrose (1993) geforderten Grenzwerts eliminiert werden.

Die Kollagenausbeute der menschlichen Knochenproben aus Kelheim lag bei 0,32% bis 4,62%, die der tierischen Knochenproben bei 0,14% bis 4,15%, also deutlich niedriger als in Unterigling. Der Erhaltungsgrad der Proben aus Kelheim war somit eher mäßig. 17 (24%) menschliche und 14 (64%) tierische Knochenproben wiesen eine Ausbeute an Kollagen von unter einem Prozent auf.

Die Kollagenausbeute der menschlichen Knochenproben von Horizont 1a-c der Kirchgrabung von Zeholfing lag bei 0,26% bis 7%, in Horizont 2 bei 0,14% bis 2,5%. Damit wurden für Horizont 2 die von Ambrose (1993) geforderten Werte bei den meisten Proben (n=5; 85%) nicht erreicht, für Horizont 1a-c mussten 21% (n=5) abgewiesen werden. Der Erhaltungsgrad der Proben von Horizont 2 war als „schlecht“ zu erachten. Die Proben aus Horizont 1a-c hingegen waren gut bis sehr gut erhalten. 17 (24%) der menschlichen Knochenproben aus Unterigling, sowie 7 (7%) der menschlichen und 22 (50%) der tierischen Knochenproben aus Kelheim lieferten überhaupt kein Kollagen. Hingegen

enthielt nur eine tierische Knochenprobe aus Unterigling gar kein Kollagen, wobei jedoch die tierischen Knochenproben insgesamt schlechtere Kollagenerträge aufwiesen. Dies steht im Gegensatz zu den Beobachtungen, welche Lössch (2003) an neolithischen Knochenfunden machte.

24 (50%; Horizont 1a-c) bzw. 8 (57%; Horizont 2) der Zeholfinger Proben erbrachten keinerlei Kollagenausbeute.

### **C- und N-Gehalt in Prozent und das C/N-Verhältnis**

Gut erhaltenes Kollagen sollte 42,7 Gewichtsprozent Kohlenstoff und 15,54 Gewichtsprozent Stickstoff enthalten (Ambrose, 1993). Im Rahmen der vorliegenden Dissertation wurden Gewichtsprozent an Kohlenstoff zwischen 42% und 44% und Gewichtsprozent an Stickstoff zwischen 14% und 16% akzeptiert. Das molare C/N-Verhältnis sollte 3,2 betragen (Ambrose, 1993). Nach DeNiro (1985) darf das C/N-Verhältnis in bodengelagerten Knochen zwischen 2,9 und 3,6 liegen.

Unter Anwendung dieser „Gütekriterien“ mussten 30 (55%) der menschlichen Knochenproben (vgl. Tabelle 15 und 16) sowie 7 (47%) der tierischen Knochenproben aus Unterigling ausgesondert werden (Tabelle 17).

Von den 70 untersuchten menschlichen Knochenproben aus Kelheim mussten 31 (44%), von den 22 Tierknochenproben 10 (45%) ausgesondert werden (vgl. Tabellen 29, 30 und 31).

Von den 25 untersuchten Proben aus Zeholfing Horizont 1a-c mussten 10 (40%) eliminiert werden (vgl. Tabelle 41 und 42), in Horizont 2 waren sogar 5 der 6 Proben (83%) betroffen (vgl. Tabelle 43). Die Änderung der Gewichtsprozent an Stickstoff und Kohlenstoff, sowie das veränderte C/N-Verhältnis könnten zumindest bei den tierischen Knochenproben auf das Kochen zurückzuführen sein (DeNiro et al., 1985).

Die Werte der verbliebenen Knochenproben der drei Skelettpopulationen (Unterigling: 25 menschliche/8 tierische Knochenproben; Kelheim: 39 menschliche/12 tierische Knochenproben; Zeholfing 15 Knochenproben aus Horizont 1a-c, eine aus Horizont 2) wurden zur Ernährungsrekonstruktion herangezogen. Die Wahrscheinlichkeit einer Verfälschung durch denaturiertes Kollagen wird als eher gering eingeschätzt.

### **Aminosäureanalyse**

Lässt die Aminosäureanalyse Bestandteile von Bakterien (z.B. Muraminsäure als Bestandteil der Bakterienzellwand) erkennen, ist dies ein Hinweis auf Dekompositionsvorgänge. Auch Veränderungen der prozentualen Verteilung bestimmter Aminosäuren (z.B. Prolin; Glutaminsäure) lassen auf eine fortschreitende Dekomposition schließen (vgl. Herrmann et al., 1990).

In keiner der untersuchten Proben konnte Muraminsäure gefunden werden; eine Verunreinigung der Proben mit bakteriellen Aminosäuren ist somit unwahrscheinlich.

Da Prolin für den strukturellen Zusammenhalt des Kollagens verantwortlich ist, fördert eine Abnahme des prozentualen Anteils an Prolin den weiteren Kollagenabbau (Balzer et al., 1997). Geringere Mengen an Prolin zeigen eine potentielle Diagenese des Knochens an.

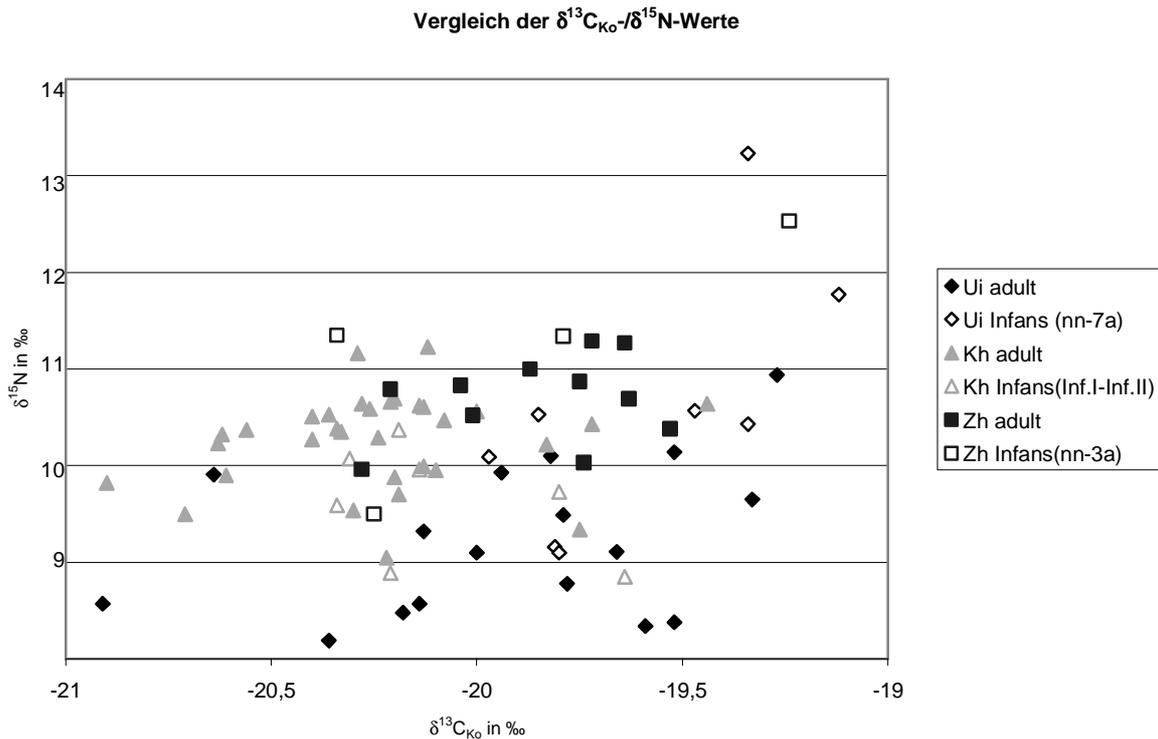
Da der prozentuale Anteil des Prolins einiger untersuchter Proben im Vergleich zu den Literaturdaten sogar erhöht war, spricht dies für einen akzeptablen Erhaltungsgrad des untersuchten Kollagens.

Lediglich bei einer Probe aus Zeholfing konnte keine Ähnlichkeit zu den Vergleichswerten festgestellt werden. Diese Probe wurde folglich nicht in die Auswertung einbezogen.

### **$\delta^{13}\text{C}$ - und $\delta^{15}\text{N}$ -Werte im Knochenkollagen**

Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte des Kollagens lassen Rückschlüsse auf den Proteinanteil der Nahrung zu bzw. auf die Trophiestufe, auf welcher sich ein menschliches oder tierisches Individuum befand. Bei der Analyse der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte wird sowohl eine Unterscheidung zwischen menschlichen und tierischen Knochenfunden, als auch zwischen adulten und infantilen (neonat - mitte Infans I) menschlichen Individuen getroffen.

Werden Säuglinge ausschließlich gestillt, ist ihre Ernährung rein „carnivor“, was bedeutet, dass sie die höchsten  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Population aufweisen sollten. Während der Laktationsphase produziert ein weibliches Individuum einen Trophiestufeneffekt in sich selbst (Grupe et al., 2005). Säuglinge, welche mit Muttermilch ernährt werden, weisen bis zu 3‰ höhere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte auf als adulte Individuen der gleichen Population (Bocherens et al., 1994).



**Abb. 83:** Vergleich der  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ - und  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte erwachsener und kindlicher Individuen der Skelettserien von Unterigling, Kelheim und Zeholfing 1a-c

Wie schon in Kap. 4.1.4 dargelegt, wiesen innerhalb der Unteriglinger Population die kindlichen Individuen tendenziell die höchsten  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte auf. Dies gilt auch für drei der untersuchten Kinder aus Zeholfing (Abb. 83).

Eine ganze Trophiestufe über den Erwachsenen liegen allerdings nur zwei der Unteriglinger Kinder („U. 174“: 6-12 Monate; „U. 3“: 3 Jahre), sowie eines der Zeholfinger Kinder („Zh 40“: 0-1 Jahr). Zumindest ein Teil der Säuglinge wurde also gestillt bzw. starben, während sie noch gestillt wurden.

Für Kelheim ist eine diesbezügliche Aussage schwierig, da die Isotopensignaturen nur für ältere Kinder bzw. hinsichtlich des Alters nur sehr grob bestimmte kindliche Individuen bestimmt werden konnten (2x 3-4a, 1x 4a, 1x 9-10a sowie 1x Infans I, 2x „kindlich“). Es ist somit unklar, inwieweit sie in jüngerem Alter gestillt wurden bzw. wann sie entwöhnt wurden. Die „aktuellen“  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte liegen im unteren Variationsbereich der erwachsenen Kelheimer Individuen, was bedeutet, dass die Kinder abgestillt waren.

Prinzipiell zeigte ein großer Teil der Kinder beider Serien (Unterigling, Kelheim) *Cribra orbitalia* und/oder porotische Hyperostosen, welche auf einen Vitamin C-Mangel hindeuten. Freilich handelt es sich ja um die verstorbenen Kinder der Populationen, und diese Verhältnisse dürfen nicht unkritisch auf die (Über-)Lebenden übertragen werden.

Die insgesamt höchsten  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte konnten bei den Individuen aus Zeholfing beobachtet werden. Dieses sozial eher höher gestellte Kollektiv hatte somit erwartungsgemäß von allen drei Serien den besten Zugang zu tierischem Protein.

Verglichen mit anderen früh-mittelalterlichen Skelettserien (Czermak, 2003) weist die erwachsene Bevölkerung von Unterigling geringere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte auf als dies für eine agrarisch lebende Bevölkerung zu erwarten gewesen wäre. Offensichtlich stand selten tierisches Protein zur Verfügung. Möglicherweise mussten die Unteriglinger hohe Abgaben (in Form von Tieren bzw. Fleisch, Milch, Käse etc.) leisten, so dass nur wenig für den Eigenbedarf blieb. Aus Abbildung 83 wird deutlich, dass die erwachsenen Unteriglinger die geringsten absoluten  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aufwiesen.

Die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte im Knochenkollagen geben Auskunft über die Art der pflanzlichen Nahrung, welche die Individuen verzehrten. Ausgehend von dem Fraktionierungsmodell (Abb.3, S.18) von Lee-Thorp et al. (1989a) lässt sich auf eine Ernährung mit  $\text{C}_3$ -Pflanzen schließen. Dies war zu erwarten, weil Getreide wie Weizen, Roggen und Gerste, sowie Obst und Gemüse die Ernährungsgrundlage aus pflanzlicher Nahrung bildete. Typische  $\text{C}_4$ -Pflanzen wie beispielsweise der Mais wurden erst nach der Entdeckung Amerikas in Europa kultiviert.

Zur Kalibrierung des Nahrungsnetzes sind die Fleisch liefernden Herbivore als Nahrungsgrundlage einer Population besonders wichtig.

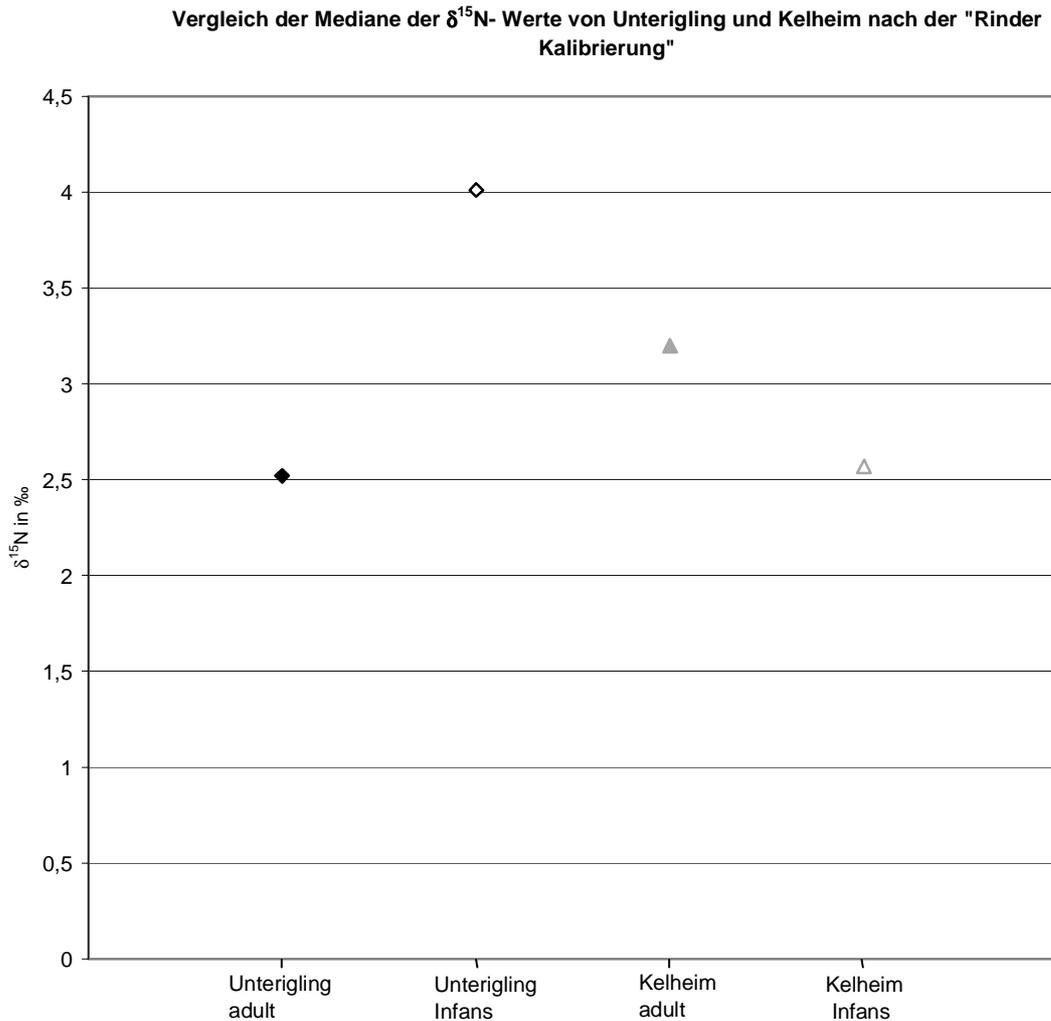
In Unterigling, wie auch in Kelheim waren Rinder die Hauptfleischlieferanten: Dies zeigten zum einen die archäozoologischen Knochenanalysen (persönliche Mitteilung von Frau Susanne Bischler M.A., Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin der LMU München, 2005; Meier, 2005), zum anderen „passen“ die  $\delta^{15}\text{N}$ -Signaturen der Rinder, welche eine knappe Trophiestufe unter jener der Menschen als Konsumenten liegen, zu dieser Theorie.

Um die „Trophiestufe“ der Population korrekt interpretieren zu können, das heißt die  $\delta^{15}\text{N}$ -Signaturen der drei Serien verlässlich vergleichen zu können, wurden die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Rinder von jenen der Menschen subtrahiert (Czermak et al., 2006). So erhält man die „wirkliche“ Trophiestufe der Menschen.

In Abbildung 84 sind die jeweiligen Mediane der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Rinder als „Null-Linie“ gesetzt, wie es Czermak et al. (2006) vorschlagen. Es ergeben sich also neue, gewissermaßen auf die Rinder „geeichte“  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte für die Menschen.

Die Werte der Individuen aus Zeholfing konnten hier nicht berücksichtigt werden, da keine Vergleichsdaten der Tiere vorlagen.

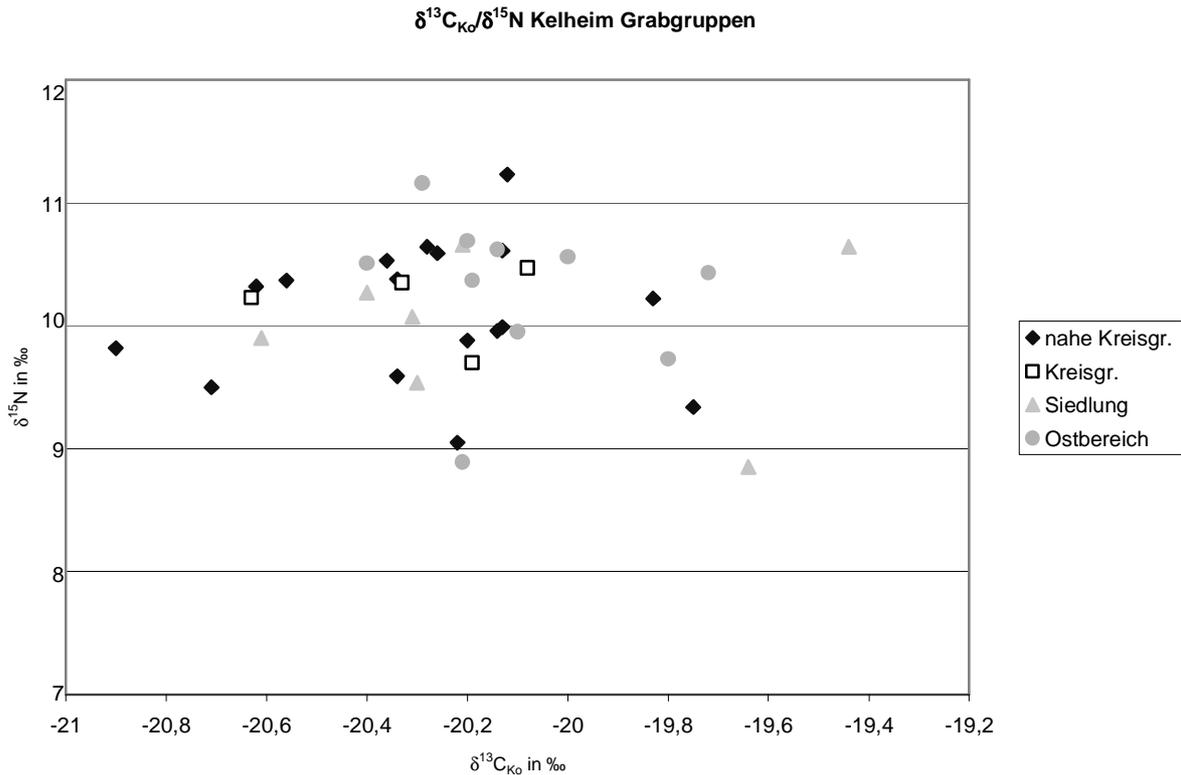
Hier wird nun deutlich, dass die (erwachsenen) Kelheimer kaum besser mit tierischem Protein versorgt waren als die Unteriglinger.



**Abb. 84:** Zu sehen sind die Mediane der menschlichen  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte nach Abzug der Mediane der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Rinder des jeweiligen Gräberfeldes. Die Werte der Rinder bilden gewissermaßen die Null-Linie. So ist ein besserer Vergleich der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der einzelnen Serien gewährleistet.

Abbildung 85 zeigt die Isotopensignaturen der untersuchten Kelheimer Individuen nach Bestattungsareal/Grabgruppe aufgeschlüsselt. Entgegen der Erwartung zeigten die im Bereich des Kreisgrabens Bestatteten keine höhere Trophiestufe.

Für Separatgrablagen anderer Friedhöfe wurde mehrfach festgestellt, dass die so exponiert Bestatteten höhere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aufwiesen, also besseren Zugang zu tierischem Protein hatten als der Rest der Bevölkerung (Czermak & Ledderose, 2004).



**Abb. 85:**  $\delta^{13}\text{C}_{\text{K0}}/\delta^{15}\text{N}$ -Werte der menschlichen Bevölkerung aus dem Gräberfeld von Kelheim, aufgeteilt nach einzelnen Grabgruppen

Die Ergebnisse für Kelheim lassen den Schluss zu, dass hier tierisches Protein in so ausreichender Menge zur Verfügung stand, dass alle Bevölkerungsschichten vergleichbar daran teilhaben konnten.

Die ausreichende (Fleisch-)Versorgung könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Kelheimer ihre Eisenprodukte gewinnbringend weiterverkaufen konnten und im Austausch dafür Rinder, Schafe oder Schweine erhielten. Ferner fiel bei der archäozoologischen Auswertung ein beträchtlicher Anteil an Wild (Rothirsch, Reh) auf (persönliche Mitteilung von Frau Susanne Bischler M.A., Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin der LMU München, 2006) - man konnte also auf diese Ressource zurückgreifen.

In Unterirgling war die Situation eine andere: Die sozial höher gestellte Bevölkerungsschicht aus der Separatgrablege wies hier die höchsten  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte in der Bevölkerung auf, hatten also deutlich besseren Zugang zu tierischem Protein, vermutlich aus Abgaben der Restbevölkerung. Selbst das sicher schon abgestillte 4jährige Kind aus der Separatgrablege wies erhöhte Werte auf. Die übrigen Individuen hatten offensichtlich nur begrenzten Zugang zu tierischem Protein.

Mindestens zwei der acht untersuchten Unterirglinger Kinder wurden gemäß ihrer  $\delta^{15}\text{N}$ -Signaturen mit Sicherheit gestillt, darunter bereits ein ca. 3jähriges. Auch die anderen sechs Kinder zeigten Werte im oberen Bereich jener der Erwachsenen, waren also im Rahmen der Möglichkeiten gut versorgt.

Es stellt sich bei den Unterirglern die Frage, warum sie trotz der günstigen Lage nahe der *Via Claudia* einen eher niedrigen Lebensstandard hatten. Entweder hatten sie von vornherein keine (landwirtschaftlichen) Ertragsüberschüsse mit denen sie hätten handeln können, oder aber sie mussten

einen großen Anteil an Abgaben leisten, so dass ihnen kaum genug zum Leben und somit auch nichts zum Eintauschen/Handeln blieb.

Anhand der Isotopenanalyse wird der Unterschied der untersuchten Populationen deutlich: Die Unteriglinger lebten zum Teil nahe dem Existenzminimum, die Kelheimer waren aufgrund ihrer Eisenverhüttung wohlhabender.

Hinsichtlich der Tierhaltung zeigten sich keine eklatanten Unterschiede: Die Schweine aus Unterigling wie auch aus Kelheim wiesen vergleichsweise herbivore Isotopen-Signaturen auf. Das heißt, sie waren womöglich eingesperrt und wurden ggf. mit (pflanzlichen) Hausabfällen gefüttert, konnten sich jedenfalls keine proteinreiche Nahrung suchen, wie es offensichtlich den Schafen/Ziegen zum Teil möglich war. Möglicherweise wurden die Schweine aber auch auf Waldweiden getrieben, wo sie sich von Eicheln ernährten. Auch eine „Eichelmast“ im Koben wäre denkbar.

Der Verzehr von Fisch konnte bei den Individuen aus Kelheim, trotz dessen begünstigter Lage an Altmühl und Donau nicht nachgewiesen werden. Dies wäre aber auch nur für dauerhaften Verzehr größerer Mengen an Fisch möglich. Selbst eine saisonale Ernährung mit Fisch lässt sich anhand der stabilen Isotope im Knochenkollagen nicht erkennen (Bösl et al., 2006).

### **5.2.6 Analyse und Vergleich der stabilen $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ und $\delta^{18}\text{O}$ -Werte aus dem Knochenkarbonat**

Die Analyse des  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$  aus dem strukturellen Karbonat wird als eine (ergänzende) Alternative zur Rekonstruktion der Ernährung anhand  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$  aus Kollagen angesehen (Lee-Thorp et al., 1994). Dies ist besonders bei Knochenfunden mit schlecht erhaltenem Kollagen, wie es in der vorliegenden Untersuchung teilweise der Fall war, notwendig.

$\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$  spiegelt nur den Proteinanteil der Nahrung wider; das  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$  im Karbonat des Knochens hingegen lässt auch Rückschlüsse auf Kohlenhydrate und Fette in der Nahrung zu (Ambrose & Norr, 1993). Die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte sind im Allgemeinen um 3‰ bis 10‰ angereicherter als die  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werte (Ambrose, 1993). Aufschlussreich ist somit der  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Wert.

Das Fraktionierungsmodell von Lee-Thorp et al. (1989a) lässt erschließen, dass sich alle drei untersuchten Skelettpopulationen von  $\text{C}_3$ -Pflanzen ernährten. Dies stimmt mit den  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ko}}$ -Werten überein. Der Hauptbestandteil der Nahrung waren also wohl einheimische Getreidesorten wie Weizen, Roggen, Gerste, sowie Obst und Gemüse.

Bei der Unteriglinger Bevölkerung und bei den Individuen der Kirchgrabung von Zeholfing konnten etwas niedrigere  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte festgestellt werden, welche auf einen gewissen Fettanteil in der Nahrung schließen lassen, welcher im wesentlichen von Tieren stammt (vgl. Abb. 42, Seite 120).

Die höheren  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{Ka-Ko}}$ -Werte der Kelheimer Individuen lassen erkennen, dass sie einen geringeren Fettanteil in der Nahrung aufwiesen als die beiden anderen Skelettpopulationen (vgl. Abb. 61; Seite

169). Anhand der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte im Kollagen war allerdings festgestellt worden, dass die Individuen aus Unterigling die niedrigste Trophiestufe aufwiesen und somit den geringsten Nahrungsanteil an tierischem Protein hatten. Die Unteriglinger verzehrten also am wenigsten tierisches Protein, dabei enthielt ihre Nahrung aber den höchsten Fettanteil!

Ein erhöhter Fettgehalt der Nahrung bei gleichzeitig erniedrigter Trophiestufe könnte bedeuten, dass nur wenig Fleisch verzehrt wurde, dieses aber sehr fettreich war.

Bei den Kelheimern ist die Situation eine andere. Die Individuen hatten offensichtlich genügend tierisches Eiweiß zur Verfügung, so dass alle (!) Bevölkerungsschichten gleichermaßen gut versorgt werden konnten.

Dass die Lebensmittel auch von außerhalb Kelheims kamen, konnte anhand der  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte einiger Tiere nachgewiesen werden. Da es sich um Tiere unterschiedlicher Spezies handelte, ist es nahe liegend, dass sie zu Handelszwecken nach Kelheim gebracht wurden. Freilich ist es schwierig, die Tiere bestimmten „Heimatorten“ zuzuordnen. Schon geringe Schwankungen der Temperatur können zu veränderten  $\delta^{18}\text{O}$ -Werten führen ( $1^\circ\text{C}$  entspricht  $0,2\text{‰}$ ), weshalb heutige  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte aus der Umgebung Kelheims nur bedingt als Vergleich herangezogen werden können. Selbst die Alpen liegen in einer Entfernung, welche durchaus überwunden werden konnte. Denkt man an Kelheims Lage an zwei wichtigen Flüssen, Altmühl und insbesondere Donau, können die Händler und die getauschten Waren durchaus aus weit entfernten Gegenden gekommen sein. Da es sich um eine bekannte Eisenverhüttungsstätte handelte, ist es durchaus möglich, dass man aus einem größeren Einzugsgebiet nach Kelheim kam, um Waffen und andere Eisenprodukte zu erwerben.

Unterigling lag zwar nahe einer der bedeutendsten Handelsstraßen, konnte von dieser Lage aber offenbar nicht profitieren. Dennoch wurden auch hier zwei ortsfremde Pferde gefunden, welche möglicherweise aus (Süd)italien über den Reschenpass nach Unterigling gebracht wurden. Dies spricht durchaus für die Vermutung eines Handels- oder Schlachtplatzes für Pferde (persönliche Mitteilung von Herrn Dr. Thomas Meier, Institut für Vor- und Frühgeschichte und provinzialrömische Archäologie der LMU München, 2005). Die eher geringe Häufigkeit (7-8%) der Schnitt- und Hackspuren an den Pferdeknöcheln (schriftliche Mitteilung vom 11.05.2006 von Frau Susanne Bischler M.A., Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin der LMU München) dagegen lässt weniger an einen Schlachtplatz denken, sondern spricht für die Möglichkeit, dass nur gelegentlich von der Alpenüberquerung ermüdete (Trag-)Pferde, in Unterigling verendeten bzw. durch frische Pferde ersetzt wurden. Ein echter Handel fand demnach nicht statt. Nach Abschluss der archäozoologischen Auswertung des Tierknochenmaterials wird man sicher konkretere Aussagen treffen können.

Auffällig war auch die  $\delta^{18}\text{O}$ -Signatur der sozial höher gestellten Bevölkerungsschicht in allen drei untersuchten Skelettpopulationen. Einige Individuen aus diesen Bevölkerungsschichten stammten offenbar nicht aus Unterigling, Kelheim bzw. Zeholfing sondern zogen erst später im Leben zu.

Möglicherweise pendelten Angehörige der „Herrschaftsschicht“ zwischen mehreren Residenzen, um in ihren verschiedenen Herrschaftsbereichen Abgaben einzufordern o.ä..

### **5.2.7 Zusammenfassende Rekonstruktion der Lebens- und Umweltbedingungen der untersuchten Skelettpopulationen**

#### **Unterigling**

Das karolingisch-ottonische Gräberfeld von Unterigling-Loibachanger wurde vom 8.-9. Jhdt. belegt. Die dazugehörige Siedlung bestand vom 7.-10. Jhdt. Die Gräber waren beigabenlos, was eine archäologische Unterscheidung zwischen verschiedenen sozialen Schichten unmöglich machte. Nur eine kleine Grabgruppe (Separatgrablege) im Nordosten des Friedhofs war mit Beigaben ausgestattet. Von archäologischer Seite wird vermutet, dass es sich hierbei um die „Adelsfamilie“ handelte (Meier & Eibl, in Vorb.).

Unterigling stellt eine rein agrarische Siedlung dar, welche nahe der alten römischen *Via Claudia* gelegen ist. Diese wurde auch im frühen Mittelalter noch als Handelsweg benutzt (Meier & Eibl, in Vorb.).

Der Sterbegipfel der Unteriglinger Bevölkerung lag in der früh-adulten Altersklasse, die männlichen Individuen verstarben hauptsächlich in der früh-adulten und früh-maturen Altersklasse, die weiblichen in der früh- und spätadulten Altersklasse. Der Sterbegipfel der weiblichen Individuen ist wohl hauptsächlich auf die mit Schwangerschaft und Geburt verbundenen Risiken und den allgemein hohen physischen Druck zurückzuführen (z.B. Acsádi & Nemeskéri, 1957; Czarnetzki et al., 1989; Schafberg, 1995). Die frühe Sterblichkeit der männlichen Individuen in den adulten Altersklassen ist wohl durch die insgesamt schlechten Lebensbedingungen zu erklären. Die Bevölkerung von Unterigling war in keine spezifischen kriegerische Handlungen verwickelt (Meier & Eibl, in Vorb.), auf welche die erhöhte Sterblichkeit hätte zurückgeführt werden können. Nicht nur die Kinder, sondern auch die erwachsenen Individuen aus Unterigling zeigten relativ häufig Hinweise auf Mangelerkrankungen (z. B. *Cribra orbitalia*). Besonders hoch war der Anteil unphysiologisch gekrümmter Langknochen bei erwachsenen Individuen. Dies wird als Anzeichen von Osteomalazie, einer Vitamin D-Mangelerkrankung angesehen. Diese spiegelt sich auch an den hypomineralisierten Ringen im Zahnzement wider. Derartige Mangelerkrankungen waren freilich im frühen Mittelalter und insbesondere bei Erwachsenen eher selten (Schulz, 1988; vgl. aber Gregor & Unger, 1983). Die Kinder litten vor allem an Vitamin C-Mangel, welcher sich in Form porotischer Hyperostosen am Skelett manifestiert (Grupe et al., 2005).

Mittels Analyse der stabilen Stickstoff- und Kohlenstoff-Isotope konnte festgestellt werden, dass einige Säuglinge der Bevölkerung von Unterigling gestillt wurden. Selbst eine Frühgeburt wurde in einem eigenen Grab bestattet; viele Kindergräber wurden in der Nähe der Kirche gefunden. Obwohl

die Unteriglinger Bevölkerung insgesamt unter eher widrigen Verhältnissen lebte, erfuhren ihre Kinder also offensichtlich eine gewisse Wertschätzung.

Ein weiteres Indiz für die allgemein schlechten Lebensbedingungen der Unteriglinger ist die relativ geringe Trophiestufe: Ihre  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte lagen 1-2‰ unter jenen der beiden anderen Skelettpopulationen. Auch im Vergleich zu anderen hinsichtlich ihrer Isotopie untersuchten Gräberfelder aus dem frühen Mittelalter (vgl. Czermak, 2003) wiesen die Unteriglinger eher geringere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte auf, was bedeutet, dass die Versorgung mit tierischem Protein eher schlecht war. Der Fettanteil in der Nahrung war im Vergleich zu den anderen untersuchten Skelettpopulationen am höchsten. Möglicherweise verzehrte der Großteil der Individuen aus Unterigling fetthaltiges Fleisch, jedoch nur in geringen Mengen, während die „besseren“ Fleischstücke einer höher gestellten Schicht vorbehalten waren? Tatsächlich zeigten die  $\delta^{15}\text{N}$ -Signaturen der Individuen aus der Separatgrablege, dass diese wesentlich besseren Zugang zu tierischem Protein hatten.

Aufgrund der günstigen Lage nahe der *Via Claudia*, wäre zu erwarten gewesen, dass die Unteriglinger Handel trieben und sich dadurch eine bessere Lebensgrundlage sicherten. Möglicherweise mussten sie hohe Abgaben an die „Adelsschicht“ leisten, so dass der „normalen“ Bevölkerung weniger zum Leben blieb. Dies würde auch die Häufung der Mangelkrankungen erklären. Vielleicht litt das analysierte Kollektiv aber auch unter einer Folge von Missernten aufgrund ungünstiger Klimaverhältnisse (Ungunstperiode). Die Unteriglinger mussten zudem schwere körperliche Arbeit leisten, was anhand der Verschleißerscheinungen der Wirbel und Gelenke deutlich wurde.

Pathologien und degenerative Erkrankungen der Gelenke lassen auf eine bäuerlich lebende Bevölkerung schließen. Ungewöhnlich war, dass die meisten Frakturen im Bereich des Humerus gefunden wurden. Derartige Frakturen resultieren oft aus Stürzen auf den Ellenbogen oder die ausgestreckte Hand (Brehme, 2004). Die Hauptbelastung der Gelenke lag in der Hüfte, was schon bei mehreren landwirtschaftlich lebenden Bevölkerungen beobachtet werden konnte (Schultz, 1978; Stloukal & Vyhnánek, 1975).

Hohe Indexwerte der Humeri und Femora, verstärkten Muskelansatzstellen an den Humeri und fortgeschrittene degenerative Erkrankungen der Schultergelenke einiger männlicher Individuen, lassen vermuten, dass diese möglicherweise als Schmiede, Holzfäller, Metzger, Müller oder Lastenträger beschäftigt waren.

Die Unteriglinger Frauen übten körperliche Arbeiten aus, welche sich besonders auf die Hüftgelenke auswirkten. Typische landwirtschaftliche Tätigkeiten waren das Antreiben der Ochsen, welche den Pflug zogen, das Zerkleinern größerer Erdbrocken mit einer Harke, sowie das Schneiden und Bündeln des Getreides (Bergner, 1992). Durch das Gehen auf unebenem Boden wurden auch bei den Frauen die Hüftgelenke am stärksten beansprucht (Schmidt, 1982).

Auch bei einigen der Frauen wurden zudem verstärkte Muskelmarken an den Humeri und verstärkte degenerative Veränderungen der Schultergelenke festgestellt, welche vielleicht auf Arbeiten wie das Mahlen von Getreide oder das Weben zurück gingen. Einige Individuen wiesen besonders hohe Werte

des Femur Robustizitäts-Index und geringe Werte des Femur Index platymericus auf. Diese Frauen waren vielleicht in der Töpferei, Spinnerei oder sogar in einer Schmiede tätig, wo sie den Blasebalg betätigten.

Da im archäozoologischen Fundgut einige Pferdeknochen mit Hackspuren gefunden wurden (persönliche Mitteilung von Frau Susanne Bischler M.A., Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin der LMU München, 2005), besteht die Vermutung, dass es sich bei Unterigling um einen Schlachtplatz und/oder Handelsplatz für Pferde gehandelt haben könnte (persönliche Mitteilung von Herrn Dr. Thomas Meier, Institut für Vor- und Frühgeschichte und provinzialrömische Archäologie der LMU München, 2005). Dafür würde auch sprechen, dass die beiden untersuchten Pferdeknochen deutlich andere  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte aufwiesen als die übrigen Tiere und die Menschen aus Unterigling. Die nahe gelegene *Via Claudia* könnte als „Transportweg“ für die Pferde gedient haben. Dass die Pferde als Nutztiere in Unterigling gehalten wurden, wird für unwahrscheinlicher erachtet. Pferde brauchen sehr hochwertiges Futter, um gesund und einsatzfähig zu bleiben (persönliche Mitteilung von Frau Dr. Henriette Manhart, Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin der LMU München, 2005). Hauptarbeitstiere auf dem Feld waren wohl eher Rinder (Ochsen). Im Mittelalter war Rinderhaltung der wichtigste Zweig der landwirtschaftlichen Tierhaltung (Henning, 1996), weil das Rind Arbeitskraft und Nahrung lieferte.

Über die *Via Claudia* könnten besagte „auswärtige“ Pferde aus dem Süden über den Reschenpass nach Unterigling getrieben worden sein. Auch die anderen untersuchten Tiere wiesen eine gewisse Streuung der  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte auf, so dass es sich nicht unbedingt um ortstreue Tiere handelte.

Die neun Individuen aus der Separatgrablege aus Unterigling gehörten wohl tatsächlich einer sozial höher gestellten Bevölkerungsschicht an. Zum einen zeigten sie kaum bzw. nur geringe Anzeichen von degenerativen Erkrankungen, was auf eine geringe Gelenkbelastung schließen lässt. Einige Individuen wiesen verstärkte Muskelmarken an den Humeri auf, welche aber auch durch Tätigkeiten wie Schwertkampf zu erklären sind. Des Weiteren hatten die Individuen aus der Separatgrablege wesentlich besseren Zugang zu tierischem Protein.

Ein Individuum aus der Separatgrablege stammte laut seiner  $\delta^{18}\text{O}$ -Signatur nicht aus Unterigling, sondern zog erst im Jahrzehnt vor seinem Tod zu.

Die paläodemographischen Auswertungen zeigten, dass die Skelette aus dem Unteriglinger Gräberfeld eine biologisch gewachsene Bevölkerung widerspiegeln. Die Siedlungsgröße war mit rund 147 zeitgleich lebenden Personen relativ umfangreich. Möglicherweise gab es von Zeit zu Zeit Engpässe bei der Versorgung so vieler Individuen mit Lebensmitteln - was wiederum eine Erklärung für die häufigen Mangelerscheinungen an den Skeletten wäre.

## **Kelheim**

Das Gräberfeld von Kelheim-Kanal I und die dazugehörige Siedlung werden als protostädtisch angesehen. Seine Lage an Donau und Altmühl machte Kelheim schon früh zu einem Verkehrsknotenpunkt, was bedeutet, dass bereits ein lebhafter Handel stattfand (Bosl, 1979). Auch die Eisenverhüttung war für das mittelalterliche Kelheim ein wichtiger Standortfaktor (Meier, 2005).

Der Sterbegipfel der Kelheimer Skelettpopulation lag nach der morphologischen Altersbestimmung in der adulten Altersklasse. Männliche Individuen verstarben am häufigsten in der maturen Altersklasse, weibliche in der adulten. Der Sterbegipfel war, im Vergleich mit der Bevölkerung von Unterigling, verschoben. Der frühere Sterbegipfel der weiblichen Individuen ist wiederum auf Schwangerschaften und Geburten zurückzuführen (z.B. Brunner, 1972; Daim, 1987; Szilvássy, 1980). Verglichen mit Unterigling wurden bei den Kelheimer Individuen höhere Indexwerte der Humeri und Femora festgestellt, was auf eine erhöhte Belastung der untersuchten Skelettelemente zurückzuführen ist. Auch die Anzahl an Individuen, mit auffälligen Muskelansatzstellen an den Humeri, war höher als in Unterigling.

Auch für Kelheim wird von einer Arbeitsteilung ausgegangen: Diejenigen Männer, welche besonders hohe Indexwerte und kräftige Muskelmarken aufwiesen sowie diejenigen mit starken degenerativen Veränderungen der Schultergelenke leisteten körperliche Schwerstarbeit, welche über die Tätigkeiten in der Landwirtschaft hinausging. Es handelte sich hierbei um Berufe in der Eisenverhüttung und -weiterverarbeitung. Hierzu gehörte zunächst der Abbau des Eisens in den Albhochflächen, sowie der schwierige Transport zu den Schachtofen Kelheims (Meier, 2005). Die Schachtofen mussten errichtet, das Eisenerz eingebracht und die Schlacke herausgeholt werden. Es mussten Bäume gefällt werden, um das Feuer in den Öfen am Brennen zu erhalten. Das gewonnene Eisen musste an Ort und Stelle weiterverarbeitet werden, so dass einige Individuen auch als Schmiede tätig waren. Bei all diesen Tätigkeiten wurde schwere körperliche Arbeit verrichtet, welche vor allem die Schulter- und Hüftgelenke stark beanspruchte (Schmidt, 1982). Durch das Heben und Tragen schwerer Lasten wird außerdem die Wirbelsäule sehr stark beansprucht (Schmidt, 1982), was wiederum besonders bei den männlichen Individuen deutlich wurde.

Einige der Kelheimer Individuen waren sicherlich auch in der Landwirtschaft tätig, um die Grundversorgung an Nahrungsmitteln sicher zu stellen.

Die Frauen hatten ähnliche Arbeiten zu erledigen wie jene aus Unterigling.

Da die Kelheimer insgesamt eine höhere Anzahl degenerativer Erkrankungen der Knie-, distalen und proximalen Sprunggelenke aufwiesen, ist es sehr wahrscheinlich, dass sie größere Wegstrecken unter Belastung zurücklegen mussten (Schmidt, 1982), beispielsweise beim Transport des Eisens, bei der Feldarbeit oder beim Tragen von Wasser im Rahmen der Eisenverhüttung.

Einige männliche Individuen waren möglicherweise als Fischer tätig oder beförderten Waren auf Altmühl und Donau (verstärkte degenerative Erkrankungen der Schultergelenke, hohe Werte des

Humerus Längen-Dicken-Index, verstärkte Muskelmarken des *Musculus deltoideus*). Durch das Rudern werden Schultergürtel und Oberarmmuskulatur belastet (Spennemann, 1986).

Als Besonderheit kann der Kreisgraben mit Zentralbestattung gelten. Es wird davon ausgegangen, dass es sich bei der Zentralbestattung um ein Individuum adeliger Herkunft handelte, bei den Individuen im Kreisgraben um seine Gefolgsleute (Engelhardt, 1987). Diese Individuen wurden tendenziell älter als jene aus den anderen Bestattungsarealen. Hier spiegeln sich die besseren Lebensbedingungen und ggf. die bessere medizinische Versorgung einer sozial privilegierten Bevölkerungsschicht wider. Auffällig war, dass das spätjuvenile männliche Individuum, welches im Zentrum des Kreisgrabens bestattet war, stärkere Muskelmarken an den Humeri aufwies als andere Individuen vergleichbaren Alters. Diese gehen möglicherweise auf eine militärische Ausbildung zurück.

Die Ergebnisse der Isotopenanalyse lassen auf eine ausgewogene Ernährung der Kelheimer Bevölkerung schließen.

Die Individuen aus dem Kreisgraben und die Zentralbestattung wiesen dabei keine erhöhten  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte auf, was für eine sozial höher gestellte Bevölkerungsschicht zu erwarten gewesen wäre und auch schon für andere Separatgrablegen nachgewiesen wurde (Czermak & Ledderose, 2004). Dieser Befund und auch die gute Versorgung der Individuen aus den anderen Bestattungsarealen mit tierischem Protein lässt den Schluss zu, dass in Kelheim genügend tierisches Protein für alle zur Verfügung stand. Anhand der  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ka}}$ -Werte konnte außerdem festgestellt werden, dass die Kelheimer dessen ungeachtet insgesamt einen geringeren Fettanteil in der Nahrung hatten als die Unteriglinger.

Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der erwachsenen Individuen aus Kelheim waren relativ hoch, teilweise in Bereichen wie die der gestillten Kinder aus Unterigling. Um diese erhöhten Werte erklären zu können, wurden die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Fleisch liefernden Tiere betrachtet, welche normalerweise eine Trophiestufe unter den Carnivoren liegen (vgl. Kap. 1.4). Die archäozoologischen Befunde lassen auf das Rind als Hauptfleischlieferanten der Kelheimer Bevölkerung schließen (Meier, 2005). Im Vergleich zu den Rindern aus Unterigling waren die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Kelheimer Rinder deutlich erhöht, lagen damit aber erwartungsgemäß in Relation zu den (erhöhten) Werten der Menschen. Die Kelheimer Bevölkerung deckte ihren Fleischbedarf wohl hauptsächlich mit Rindern, wodurch die Erhöhung der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte zustande kam (Kap. 5.2.2).

Neben den Rindern, welche außer als Fleischlieferant auch als Arbeitstier dienten, waren Knochen von Schweinen und Schaf/Ziege im Fundgut enthalten (Meier, 2005). Auch Knochen von Wildtieren wie Rothirsch und Reh wurden gefunden.

Obwohl Kelheim am Zusammenfluss von Donau und Altmühl lag, konnte ein überwiegender Verzehr von Fisch ausgeschlossen werden. Ein saisonaler und eher untergeordneter Verzehr von Fisch spiegelt sich freilich nicht in der Isotopensignatur wider (Bösl et al., 2006).

Zwei Individuen aus dem Kreisgraben sowie das Individuum aus der Zentralbestattung stammten (gemäß ihrer  $\delta^{18}\text{O}$ -Signatur) nicht aus Kelheim. Sie kamen offensichtlich aus unterschiedlichen

Gebieten, in welchen aber ein kälteres Klima herrschte als in Kelheim. Dabei könnte es z.B. sich um Höhenlagen der Schwäbische oder Fränkische Alb, den Bayerischen Wald oder sogar die Alpen handeln.

Auch die  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der Tiere zeigten eine größere Streuung als in Unterigling. Da es sich bei dem Ort Kelheim schon früh um einen Markt handelte, ist davon auszugehen, dass man die Tiere aus einem großen Einzugsgebiet nach Kelheim brachte - möglicherweise um dort Eisenprodukte einzutauschen.

Insgesamt handelte es sich bei den erwachsenen Individuen um eine hart arbeitende Bevölkerung, welche aber durchaus gut versorgt war. Die Repräsentanzkriterien für Skelettserien nach Weiss (1973) und nach Bocquet-Appel & Masset (1977) waren in Kelheim nicht erfüllt, wobei hier das Kleinkinderdefizit nicht so sehr das Problem war. Zu nennen sind ferner Schwierigkeiten bei der Zuordnung der Skelette sowie bei der Bestimmung des morphologischen Sterbealters aufgrund des schlechten Erhaltungsgrades mancher Skelette. Ein weiteres Problem wurde hinsichtlich der Berechnung der Siedlungsgröße deutlich: Das untersuchte Gräberfeld bestand aus vier Teilbereichen: der Kreisgraben, die an den Kreisgraben anschließende Grabgruppe, Siedlungsbestattungen und ein etwas größeres Gräberfeld im Nord-Osten der Siedlung. Diese Areale datierten teilweise in unterschiedliche Zeitstufen, welche jedoch - zum Teil wiederum nur geringfügig - überlappten. Es konnte demnach keine saubere Trennung der einzelnen Teilgebiete des Gräberfeldes vorgenommen werden, weshalb es im Rahmen der paläodemographischen Auswertung als Einheit betrachtet wurde. Dies fand zwar nicht die ungeteilte Zustimmung der Archäologen (persönliche Mitteilung von Herrn Dr. Thomas Meier, Institut für Vor- und Frühgeschichte und provinzialrömische Archäologie der LMU München, 2005), war aber für die Paläodemographie insofern sinnvoll, als die Teilareale aufgrund der geringen Individuenzahlen ohnehin nicht hätten ausgewertet werden können.

Aufgrund der unterschiedlichen Teildatierungen und der Tatsache, dass es sich bei dem untersuchten Bestattungsareal nur um einen Friedhofsausschnitt handelte, ist eine Schätzung der Siedlungsgröße sowie einiger anderer demographischer Kenngrößen freilich nicht möglich.

### **Zeholfing**

Die Kirchgrabung von Zeholfing nimmt unter den untersuchten Gräberfeldern eine Sonderstellung ein: Zum einen handelte es sich hier eher um einen Bestattungsplatz für höher gestellte Personen (Meier & Eibl, in Vorb.), zum anderen datiert Horizont 2 schon ins späte Mittelalter - was freilich eine „lückenlose“ Untersuchung des mittelalterlichen Altbaiern vom 8.-15. Jhdt. ermöglichte. Dennoch ist bei der Diskussion der Ergebnisse Zeholfing äußerste Vorsicht geboten, da es sich nur um einen nicht-repräsentativen Ausschnitt der (Lebend)Bevölkerung handelte.

In Horizont 1a-c waren beide Geschlechter „in ausreichendem Umfang“ (männlich: n= 26; weiblich: n=30) sowie alle Altersklassen in einer üblichen Verteilung vertreten (vgl. Kap. 4.3). Der Sterbegipfel

lag hier in der murenen Altersklasse, was auf eine bessere Versorgung dieser sozial höher gestellten Schicht schließen lässt.

In Horizont 2 hingegen stellten Säuglinge und Kleinkinder den Großteil der Bestatteten.

Es kann davon ausgegangen werden, dass Horizont 2 entweder einen Hauptbestattungsplatz für Säuglinge und Kleinkinder darstellte (Eibl, 2005), oder dass der Rest von Horizont 2 noch nicht ergraben ist (Eibl, 2001) und somit die Skelette von erwachsenen Individuen fehlen.

Horizont 1a-c ist ebenfalls nicht vollständig ergraben (Eibl, 2001), weshalb auch hier nur ein Teil der Bevölkerung repräsentiert ist. Die relativ hohe Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt von 30 Jahren lässt sich zum einen mit dem Fehlen von Säuglings- und Kleinkinderknochen (Kleinkinderdefizit) erklären; andererseits könnte aber auch mit Zugehörigkeit zu privilegierten Bevölkerungsgruppen und damit verbundenen besseren Lebensbedingungen argumentiert werden.

Dies würde wiederum mit den Isotopendaten übereinstimmen: Hiernach wiesen die Individuen von Zeholfing Horizont 1a-c höhere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte auf als jene von Unterigling und vergleichbare zu jenen von Kelheim, waren also ausreichend mit tierischem Protein versorgt. Ein erhöhter Fleischkonsum wäre für eine besser gestellte Bevölkerungsschicht nicht verwunderlich (Grupe, 1990).

Jene drei männlichen Individuen, welche die höchsten  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Erwachsenen aufwiesen, konnten allerdings keiner gesichert höher gestellten Schicht (Adel, Klerus) zugeordnet werden.

Auch im Vergleich zu anderen Gräberfeldern aus dem deutschen Mittelalter (Czermak, 2003) wird deutlich, dass die Individuen von Zeholfing Horizont 1a-c sehr hohe  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte aufwiesen. Dies mag durch ihre privilegierte Stellung begründet werden. Andererseits könnten die erhöhten  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte hier aber auch, wie bei der Bevölkerung von Kelheim, wiederum auf hohen Isotopenwerten des Hauptfleischlieferanten beruhen. Der Mensch als Konsument würde dann ebenfalls erhöhte Werte aufweisen, der Trophiestufenabstand von Herbivoren zu Omnivoren wäre dennoch gewahrt.

Die  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der Zeholfinger zeigten eine beachtliche Streuung. Es liegt also nahe, dass es sich hier zum Teil um ortsfremde Individuen handelte, welche erst später im Leben in Zeholfing zuzogen.

### **5.3 Diachroner Vergleich demographischer Parameter für Gräberfelder des mittelalterlichen Altbaierns**

Im folgenden Kapitel sollen diverse demographische Parameter verschiedener mittelalterlicher Gräberfelder, über die Jahrhunderte hinweg verglichen werden: Abhängigkeitsindex, Maskulinitätsindex, des Weiteren die Körperhöhen männlicher und weiblicher Individuen; der wichtigste Kennwert ist die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt. Hierzu wurden die Daten, welche Langenscheidt (1985) zusammengestellt hatte, hinzugezogen. Langenscheidt (1985) führte einen Vergleich hinsichtlich der paläodemographischen Verhältnisse zwischen den fränkischen Populationen von Eltville und Langenlonsheim und räumlich und zeitlich benachbarten Populationen mit Hilfe von Regressionsfunktionen geschätzter Parameter, durch.

Im Mittelpunkt des vorliegenden Vergleichs stehen natürlich auch die drei untersuchten Gräberfelder von Unterigling, Kelheim und Zeholfing, Horizont 1a-c. Die Skelettserien sollen nun anhand demographischer Schätzwerte mit anderen Gräberfeldern aus Altbaiern/Deutschland/Europa verglichen werden. Gibt es regionale Unterschiede der mittelalterlichen Populationen innerhalb Deutschlands? Lassen sich Tendenzen innerhalb Europas erkennen? Ein wichtiger Aspekt ist der betrachtete Zeitraum, welcher fast das gesamte europäische Mittelalter abdeckt, da ja Trends nicht nur innerhalb der unterschiedlichen Gebiete, sondern vor allem über die verschiedenen Zeitstufen hinweg analysiert werden sollen. Es wurden also synchrone vs. diachrone und sympatrische vs. allopatrische Trends der unterschiedlichen Bevölkerungen herausgearbeitet.

Im Vorfeld werden die berücksichtigten Daten aller verwendeten Gräberfelder aufgelistet. Nicht für jedes waren alle untersuchten Daten vorhanden, da es sich teilweise um ältere Publikationen handelte, welche nicht mehr zugänglich waren.

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei Frau Prof. Grupe, Department Biologie I, Fakultät für Biologie, Bereich Biodiversitätsforschung/Anthropologie der LMU München, bedanken, welche mir einen Großteil der Daten von Skelettserien aus dem europäischen Mittelalter zur Verfügung stellte. Es handelte sich hierbei um Rohdaten, welche auch dem Artikel von Grupe (1986) zugrunde lagen. Diese sind in den Tabellen 48 (S. 236), 49 (S. 243) und 50 (S. 250/251) mit \* gekennzeichnet.

Für die Gräberfelder von Altenerding (6.-7. Jhdt.), Staubing (6.-8. Jhdt.), Etting (8. Jhdt.) und Sandau (8.-10. Jhdt.) wurden die Sterbetafeln aus den Literaturdaten neu berechnet. Sie sind in den Tabellen A14 -A17 (im Anhang) aufgeführt.

Anhand der Analysen von Langenscheidt (1985) wurde besonders deutlich, dass die Lebenserwartung vom frühen zum späten Mittelalter kontinuierlich abnahm. Dies ist mit der Veränderung der Gesellschaftsstruktur im Mittelalter zu begründen. Im frühen Mittelalter war die Besiedlung noch relativ dünn, 90% der Bevölkerung lebten auf dem Land (Lexikon des Mittelalters, 1981). Das Leben war von harter körperlicher Arbeit geprägt. Aufgrund der geringen Bevölkerungsdichte konnten sich Infektionskrankheiten weniger schnell ausbreiten. Im Laufe des Mittelalters wurden Städte gegründet

und die Landbevölkerung zog vermehrt dort hin, weil sie sich dort ein besseres Leben/bessere Verdienstmöglichkeiten erhoffte. So waren die Städte bald überfüllt, und die hohe Bevölkerungsdichte begünstigte die Ausbreitung von Infektionskrankheiten. Das Klima verschlechterte sich (Grupe 1986), es kam immer häufiger zu Missernten, zum Teil in relativ dichter Folge, was zu regelmäßigen Hungerzeiten führte, welche die überwiegend auf Versorgung von außen angewiesenen Stadtbewohner noch stärker leiden ließen. Im Ganzen gesehen erhöhte sich die Sterblichkeit, die Lebenserwartung sank.

### **5.3.1 Unterigling und Umgebung**

In der direkten Umgebung von Unterigling befand sich der Friedhof von Sandau (n=221), welcher in das 8.-10. Jhd. datiert, also etwa die gleiche Zeitstufe abdeckt wie der Friedhof von Unterigling. Das heutige Sandau ist ein nördlicher Stadtteil von Landsberg am Lech. Untersuchungsgegenstand bildete der Friedhof um die Kirche St. Benedikt. Bei den dort ergrabenen Bestattungen handelte es sich um die Angehörigen einer Klostersgemeinschaft. Die Autoren gehen aber davon aus, dass „auch die Toten aus einer Reihe benachbarter Orte“ in Sandau bestattet wurden (Gregor & Unger, 1983). Dies machte die paläodemographische Auswertung problematisch, da sich auf dem Friedhof Angehörige mehrerer Bevölkerungsgruppen mischten. Der anthropologische Befund ergab, dass jeweils ein Drittel Männer, Frauen und Kinder bestattet wurden. Wie in Unterigling wurden Anzeichen von Rachitis und Tuberkulose an einigen Skeletten gefunden. Aufgrund der Daten, welche Gregor & Unger (1983) lieferten, konnte für Sandau eine Sterbetafel berechnet werden (Tabelle A17 im Anhang). Daraus konnten die Sterbewahrscheinlichkeiten (Abb. 86), sowie die Lebenserwartungen (Abb. 87) für dieses Gebiet in Altbaiern abgelesen werden. Ein Kleinkinderdefizit wurde bei der Berechnung der Sterbetafel für Sandau nicht berücksichtigt, da die Autoren keine Angaben dazu machen. Für Unterigling sind dagegen jeweils zwei Kurven aufgetragen: Einmal wird das Kleinkinderdefizit berücksichtigt und korrigiert (gestrichelte Linie), einmal wird es quasi ignoriert (durchgezogene Linie).

Vergleich der Sterbewahrscheinlichkeiten von Unterigling und Sandau

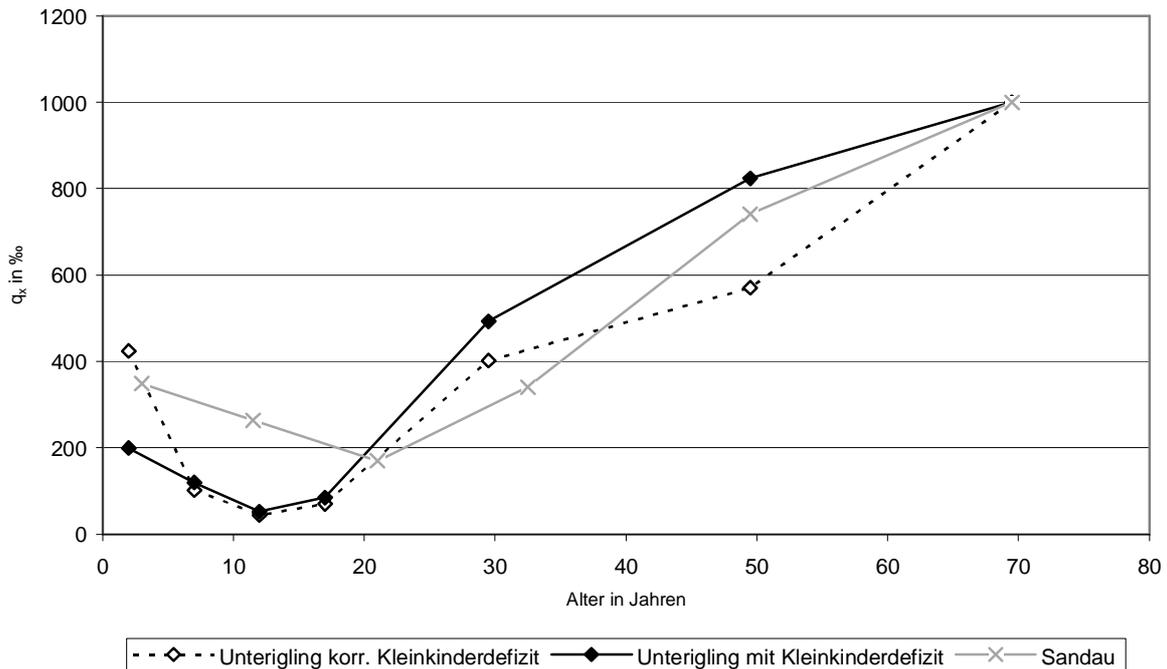
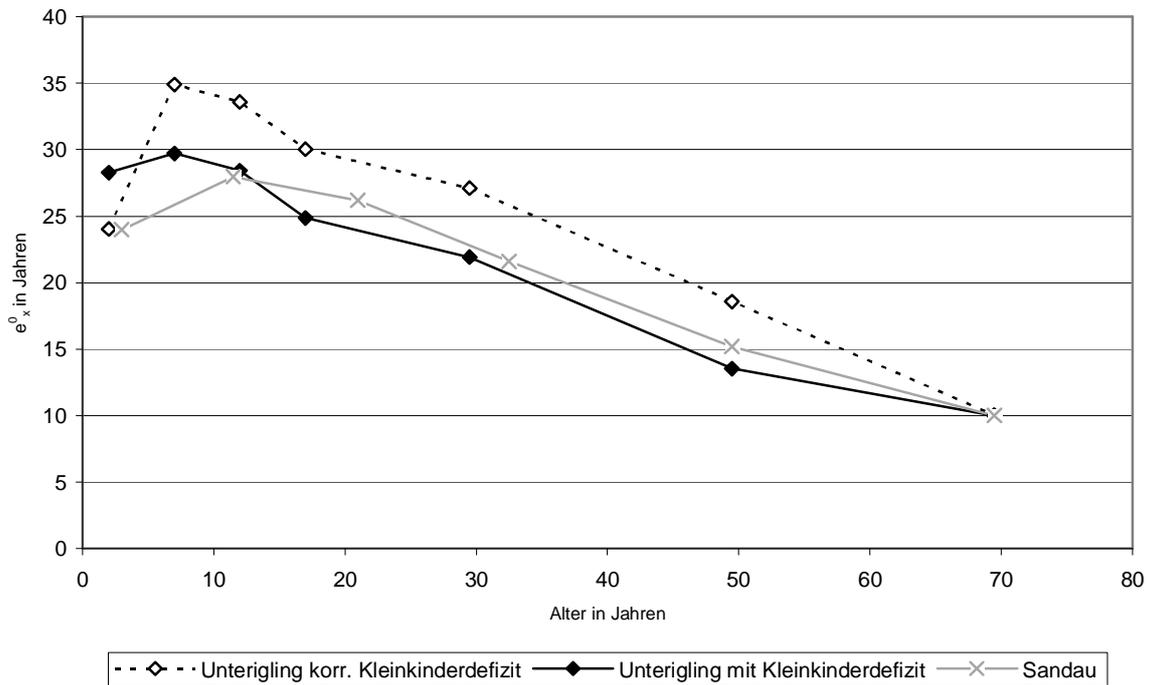


Abb. 86: Vergleich der Sterbewahrscheinlichkeiten der Gräberfelder von Unterigling und Sandau

Auffällig ist die relativ geringe Sterbewahrscheinlichkeit der Neugeborenen aus Unterigling im Vergleich zu Sandau, welche sich aber bei Berücksichtigung des Kleinkinderdefizits nach oben korrigiert. Die Skelettpopulation von Sandau zeigte die geringste Sterblichkeit zu Beginn der spätjuvenilen/frühadulten Altersklasse. Obwohl die beiden Bevölkerungen zeitgleich und in räumlicher Nähe lebten, können Unterschiede in den Sterbewahrscheinlichkeiten festgestellt werden. Freilich handelt es sich bei den Individuen von Unterigling um eine agrarische Bevölkerung, bei der Population von Sandau aber zumindest in Teilen um eine Klostergemeinschaft.

Beim Vergleich der Lebenserwartungen ist deutlich zu erkennen, dass die Individuen aus Unterigling nach Korrektur des Kleinkinderdefizits erwartungsgemäß eine insgesamt höhere Lebenserwartung hatten. Die Kurve der Lebenserwartungen der zwei „unkorrigierten“ Populationen Sandau und Unterigling zeigen dagegen einen sehr ähnlichen Verlauf, wobei die Lebenserwartung im Erwachsenenalter in Sandau knapp über der in Unterigling liegt.

### Vergleich der Lebenserwartungen von Unterigling und Sandau

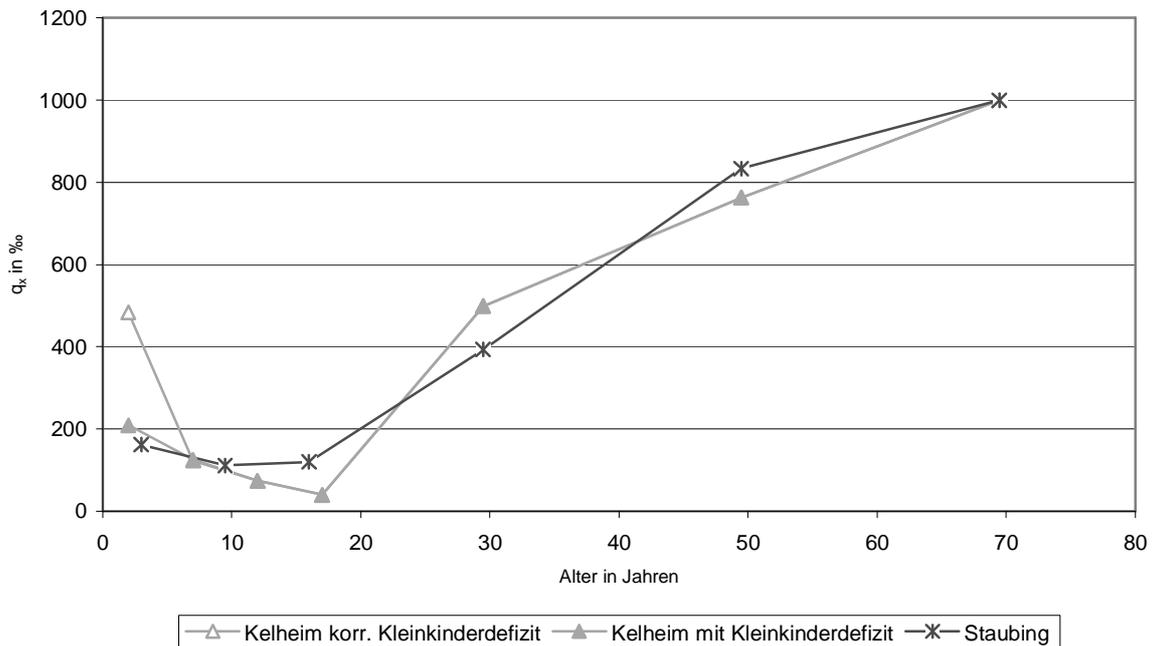


**Abb. 87:** Vergleich der Lebenserwartungen der Bevölkerungen von Unterigling und Sandau

### 5.3.2 Kelheim und Umgebung

Auch in der nahen Umgebung von Kelheim stand ein weiteres Gräberfeld zum direkten Vergleich zur Verfügung, allerdings datiert es in das 6.-8. Jhdt. und somit etwas früher; die beiden Gräberfelder schließen also zeitlich aneinander an: Das Gräberfeld Staubing (n=169) liegt nahe Weltenburg (Lkr. Kelheim), und wurde von Fischer et al. bearbeitet (unveröffentlichtes Material). Aufgrund des „fragmentarischen“ Zustands des Gräberfeldes, wurde eine demographische Analyse nicht für sinnvoll erachtet (Fischer, 1993). Da eine enge räumliche Nachbarschaft zu Kelheim vorlag, soll dies in der vorliegenden Arbeit doch versucht werden. Die aus Vergleichsgründen berechnete Sterbetafel für das Gräberfeld von Staubing befindet sich im Anhang (Tabelle A15).

### Vergleich der Sterbewahrscheinlichkeiten von Kelheim und Staubing



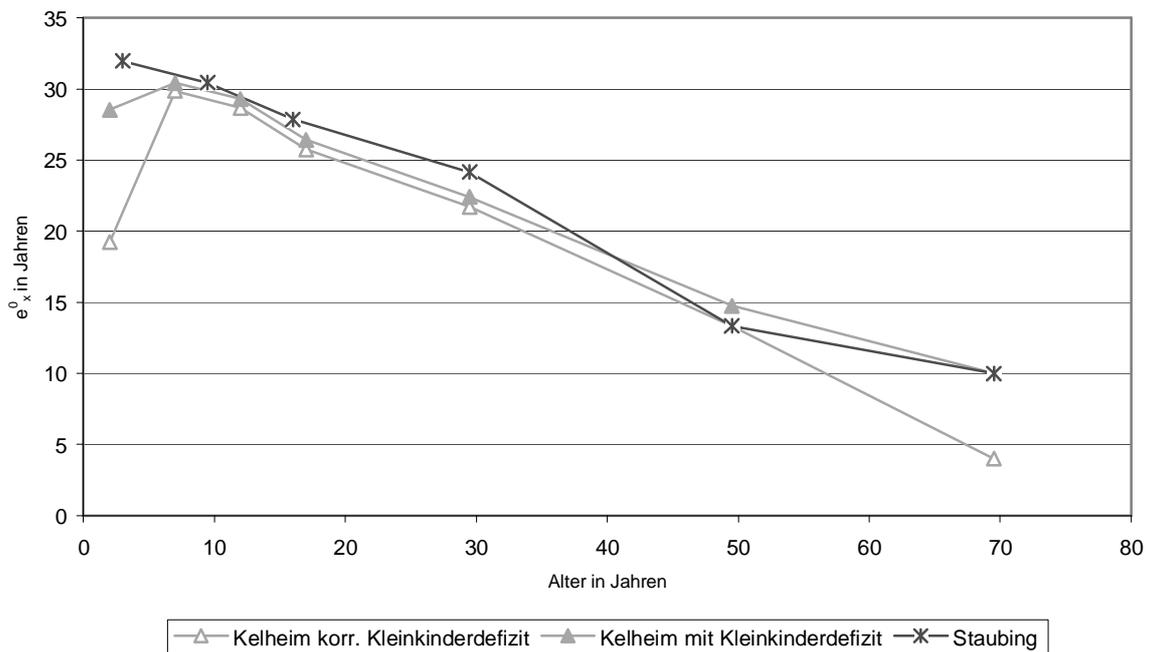
**Abb. 88:** Vergleich der Sterbewahrscheinlichkeiten der Gräberfelder von Kelheim und Staubing

Auch für Kelheim werden wieder die Daten mit und ohne Berücksichtigung des Kleinkinderdefizits aufgetragen. So erkennt man zum einen, wie sich die Korrektur auf die Kelheimer Kennwerte auswirkte. Zum anderen ist dadurch ein besserer Vergleich zu Staubing gegeben, wo das Kleinkinderdefizit „ignoriert“ wurde. Abgesehen von der Sterbewahrscheinlichkeit zum Zeitpunkt der Geburt verliefen die beiden Kurven von Kelheim absolut gleich, und auch der Graph der Skelettpopulation von Staubing verlief sehr ähnlich zu jenem von Kelheim bei Vernachlässigung des Kleinkinderdefizits (Abb. 88), was sich für die Lebenserwartungen wiederholt (Abb. 89).

Die beiden Skelettpopulationen verhielten sich also ziemlich ähnlich. Auch in Staubing war im Übrigen eine Kreisgrabenanlage als exponierte Bestattungsform entdeckt worden (Fischer, 1993). Die privilegierte Adelsschicht war offensichtlich in beiden Fällen „vor Ort“ bzw. wurde dort ehrenvoll bestattet.

Anhand dieser beiden Beispiele zeigt sich aber auch, dass erst eine Korrektur durch demographische Schätzwerte „realitätsnähere“ Populationsprofile liefert.

### Vergleich der Lebenserwartungen von Kelheim und Staubing



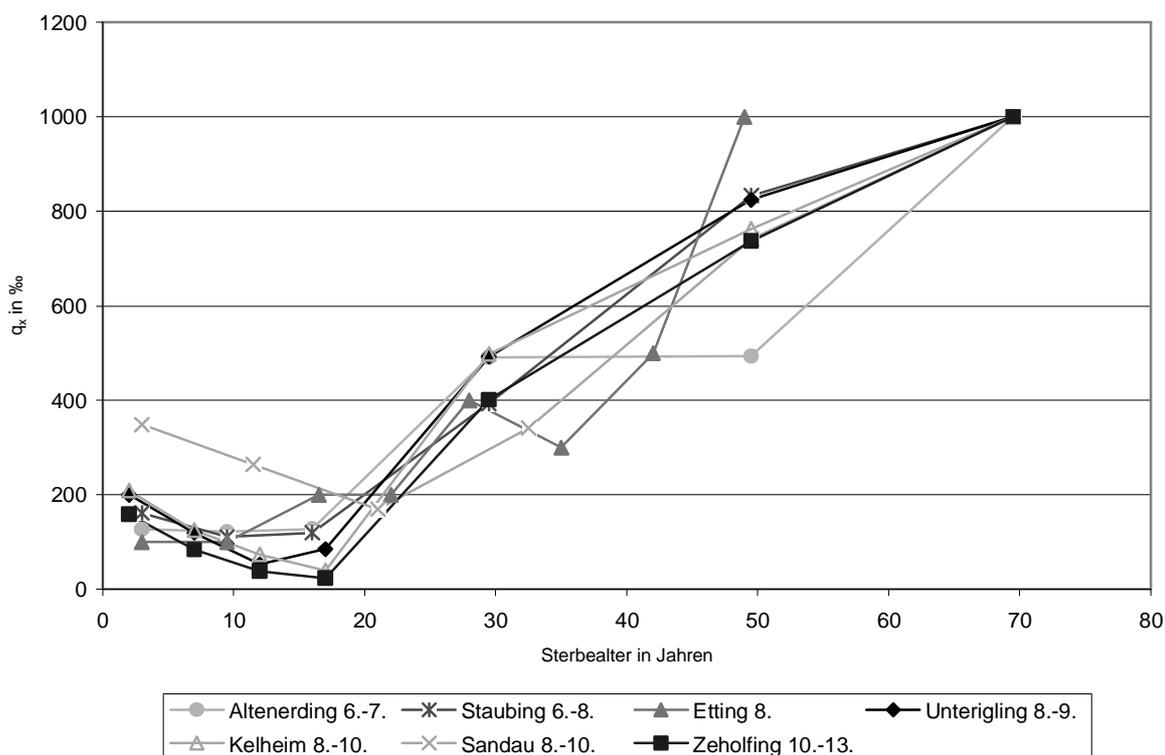
**Abb. 89:** Vergleich der Lebenserwartungen der Gräberfelder von Kelheim und Staubing

### 5.3.3 Weitere Gräberfelder des mittelalterlichen Altbaierns

Außer für die Skelettpopulationen von Sandau (nahe Unterigling) und Staubing im Landkreis Kelheim wurden Sterbetafeln auch für die Skelettpopulationen von Altenerding (n=1326) (Helmuth, 1970) und Etting (n=35) (Czermak, 2003) erstellt und hieraus Sterbewahrscheinlichkeiten und Lebenserwartungen angegeben (Tabelle A14 und A16 im Anhang).

Somit konnten die Populationen von Altenerding (6.-7. Jhdt.), Staubing (6.-8. Jhdt.), Etting (8. Jhdt.), Unterigling (8.-9. Jhdt.), Kelheim (8.-10. Jhdt), Sandau (8.-10. Jhdt.) und Zeholfing (10.-13. Jhdt.) nebeneinander gestellt werden, wodurch fast das gesamte Mittelalter in Altbaiern stichprobenartig abgedeckt wurde. Zur besseren Vergleichbarkeit wurde hier für Unterigling und Kelheim das bestehende Kleinkinderdefizit nicht korrigiert, da es auch für die anderen Friedhofspopulationen von den jeweiligen Autoren vernachlässigt wurde.

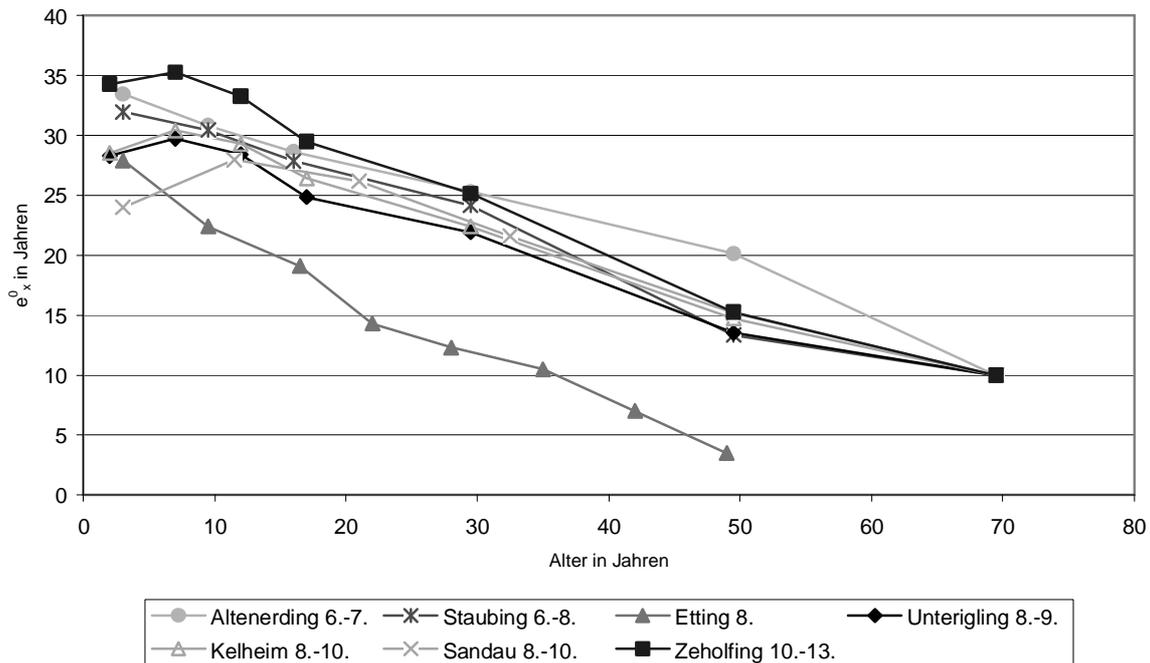
### Diachroner Vergleich der Sterbewahrscheinlichkeiten



**Abb. 90:** Diachroner Vergleich der Sterbewahrscheinlichkeiten im mittelalterlichen Altbaiern

Beim Vergleich der Sterbewahrscheinlichkeiten (Abb. 90) war auffällig, dass die Mehrheit der untersuchten Gräberfelder einen ähnlichen Kurvenverlauf zeigte. Für das Gräberfeld von Etting konnte ein veränderter Kurvenverlauf festgestellt werden, was hier aber an der unterschiedlichen Methode der Altersbestimmung lag: Für Etting wurde nur das chronologische Sterbealter anhand der Zuwachsringe im Zahnzement zur Berechnung der Sterbetafel verwendet (Czermak, 2003), weshalb es zu einem abweichenden Kurvenverlauf ab einem Alter von 30-40 Jahren kommt. So ist auch die frühe „maximale Sterbewahrscheinlichkeit“ in einem Alter von 50 Jahren durch den Bezug auf das chronologische Sterbealter (kein Individuum erreichte die senile Altersklasse) zu erklären. Daher wurde im Falle der Gräberfelder Unterirgling, Kelheim und Zeholfing für den (Sterbetafel-)Vergleich jeweils das morphologische Sterbealter anstelle des chronologischen gewählt, da nur so bessere Vergleichbarkeit mit den anderen Gräberfeldern gewährleistet ist.

### Diachroner Vergleich der Lebenserwartungen



**Abb. 91:** Diachroner Vergleich der Lebenserwartungen im mittelalterlichen Altbaiern

Beim Vergleich der Lebenserwartungen ergibt sich ein ähnliches Bild (Abb. 91) wie beim Vergleich der Sterbewahrscheinlichkeiten. Uneinheitlich sind nur die Werte für die Lebenserwartung unter 10 Jahren, danach verlaufen alle Kurven, abgesehen von Etting (vgl. chronologische Altersbestimmung), relativ gleich. Die Bevölkerung von Zeholfing zeigt als höher gestellte Bevölkerungsschicht, möglicherweise auch bestattungsartefaktbedingt, die höchste Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt, gefolgt von den früh-mittelalterlichen Gräberfeldern aus Altenerding und Staubing, welche wiederum eine höhere Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt aufwiesen als die Populationen von Unterigling und Kelheim. Das Gräberfeld von Etting wird aufgrund der genannten methodischen Besonderheit (Sterbetafel wurde mit dem chronologischen Sterbealter berechnet) im Moment außer Acht gelassen. Beim Vergleich der Lebenserwartungen bestätigt sich „im Kleinen“, das heißt auf einen relativ engen Zeitraum und ein relativ begrenztes Gebiet beschränkt, was für das gesamte europäische Mittelalter postuliert wurde: eine Abnahme der Lebenserwartungen im Laufe des Mittelalters (Langenscheidt, 1985; Grupe, 2003). Ob sich dieser Trend für Deutschland und Europa bestätigen wird, wird in den nächsten Kapiteln untersucht.

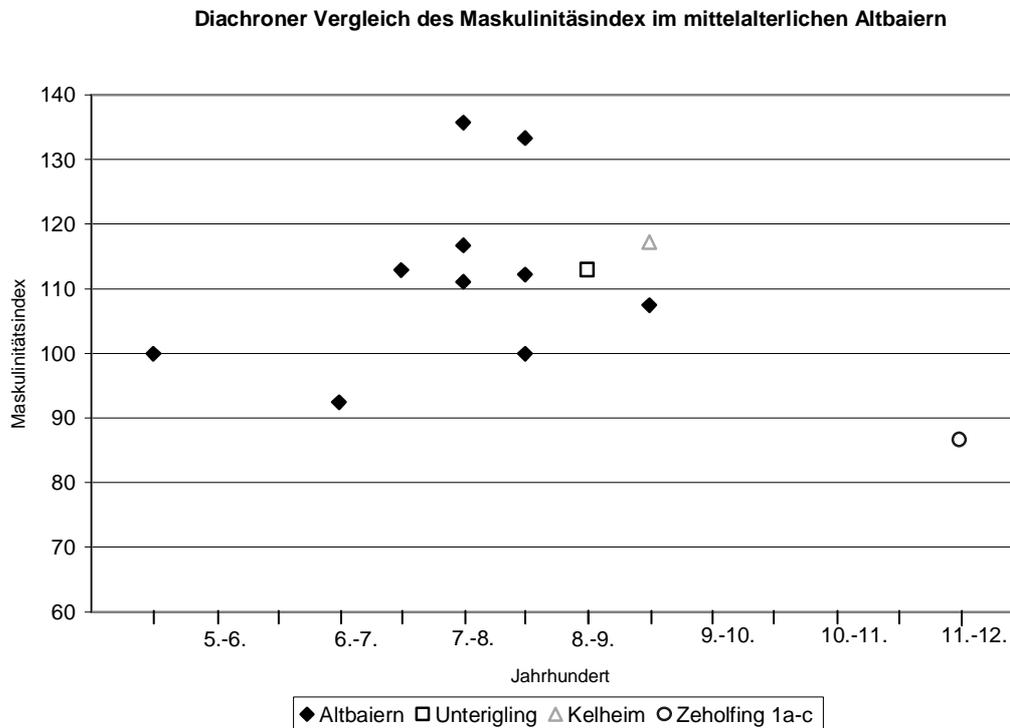
Als nächstes wurden Maskulinitätsindex, Abhängigkeitsindex, sowie die Körperhöhen männlicher und weiblicher Individuen und noch einmal die Lebenserwartung im mittelalterlichen Altbaiern einem Vergleich unterzogen (vgl. Tabelle 48).

**Tabelle 48:** Aufgeführt sind die berechneten Daten mittelalterlicher Gräberfelder Altbaierns. Die mit \*\* gekennzeichneten Daten wurden aus Langenscheidt (1985) entnommen.

Gräberfeld	Zeitstufe	Literaturstelle	Abhängigkeitsindex	Körperhöhe männlich	Körperhöhe weiblich	Lebenserwartung	Maskulinitätsindex
Pfaffenhofen	fMa	Gregor, 1971	0,21				100
München-Giesing	fMa	Kramp, 1939		170,1	158,9		
München-Aubing	500-900	Hertrich, 1982				32	112,2
Altenerding	6.-7.	Helmuth, 1970		173,7	162,7	23,7	92,43
Staubing	6.-8.	unveröf. Daten				31,96	112,92
Schretzheim	6.-8.	Hitzeroth, 1963**				21,7	
Dirlewang	650-700	Christlein, 1971	0,12	176,9	162		111,1
Lauterhofen (St. Martin)	7./8.	Gerhardt, 1975	0,76				116,7
Lauterhofen (Reihengr.)	7./8.	Gerhardt, 1975	0,14	170	155,7		135,7
Etting	8.	Czermak, 2003		170,7	161,8	27,9	100
Epolding	8.	Zieglmayer, 1968		172,1	159,3	15,59	133,3
Unterigling	8.-9.	vorliegende Arbeit	0,63	170	161	26,99	112,94
Kelheim	8.-10.	vorliegende Arbeit	0,75	171	162	28,53	117,24
Sandau	8.-10.	Gregor & Unger, 1983		171	161	23,99	107,5
Zeholfing	10.-13.	Staskiewicz, schriftl. Mitt.	0,59	174	162,5	34,27	87

## Maskulinitätsindex

Der Maskulinitätsindex ist definiert als  $MI = \frac{\text{Männer} \times 100}{\text{Frauen}}$ , ein  $MI > 100$  spiegelt also einen Männerüberschuss wieder.



**Abb. 92:** Diachroner Vergleich des Maskulinitätsindex einiger mittelalterlicher Skelettserien Altbaierns

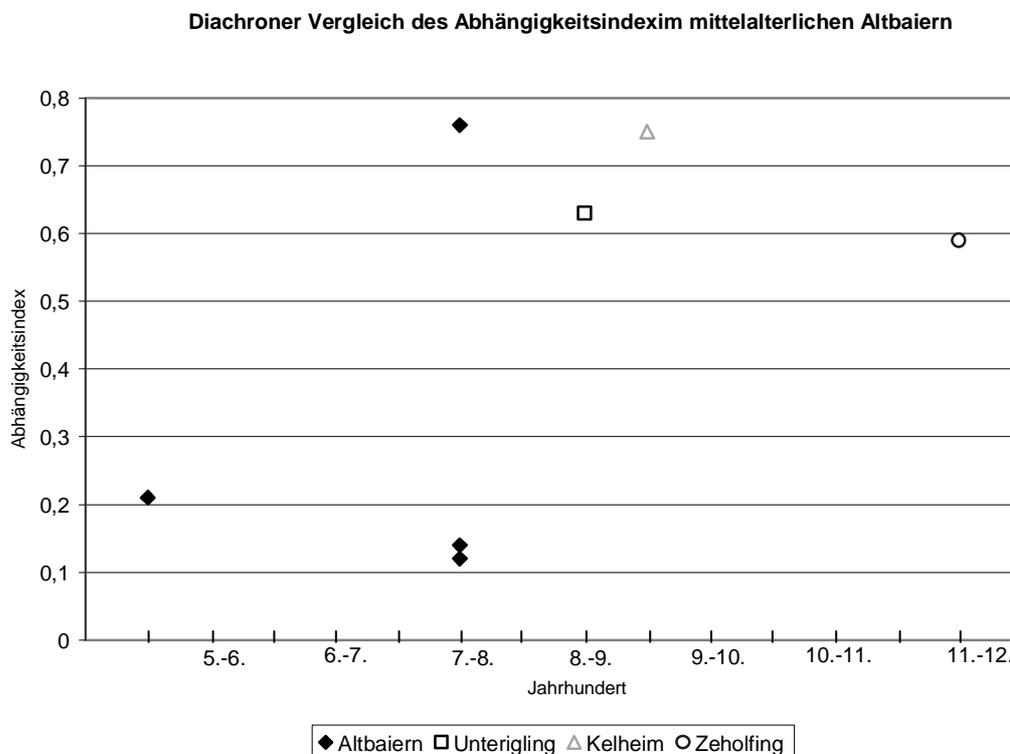
Die meisten Gräberfelder im mittelalterlichen Altbaiern, so auch Unterigling und Kelheim, wiesen einen Maskulinitätsindex auf, der etwas über 100 lag (Abb. 92). Dabei war eine geringfügige Zunahme des Maskulinitätsindex im Laufe der Zeit zu beobachten, nur Zeholfing stellt einen Ausreißer dar. Eventuell ist von einer Bevorzugung männlicher Säuglinge bzw. einer biologischen Benachteiligung der Mädchen oder gar einer geschlechtsspezifischen Kindstötung aus soziobiologischen Gründen auszugehen (Bach & Dušek, 1971), was sich in der nächsten Generation unter den Erwachsenen zeigen könnte. Da die Frauen in Unterigling und Kelheim einen Sterbegipfel im jüngeren Erwachsenenalter aufwiesen als die Männer, sollten die erwachsenen Frauen auf dem Friedhof akkumulieren. Da dies nicht der Fall ist, könnte hier von gelenkten Geschlechterproportionen ausgegangen werden (vgl. verstorbene Mädchen).

Die Skelettpopulation von Zeholfing bildet mit einem Maskulinitätsindex von unter 100 eine Ausnahme, freilich könnten die „fehlenden“ männlichen Individuen in einem anderen, nicht ergrabenen Teil der Kirche/des Friedhofs bestattet sein.

## Abhängigkeitsindex

Der Abhängigkeitsindex gibt das Zahlenverhältnis der wirtschaftlich abhängigen Altersgruppen zur Bevölkerung im „erwerbstätigen“ Alter an (Grupe et al., 2005), es werden also jene Mitglieder einer Bevölkerung erfasst, welche von der Fürsorge anderer abhängig sind (Herrmann, 1987) (etwa hinsichtlich Versorgung mit Nahrungsmitteln), d.h. Kinder (0-14a) und alte Menschen (> 60a).

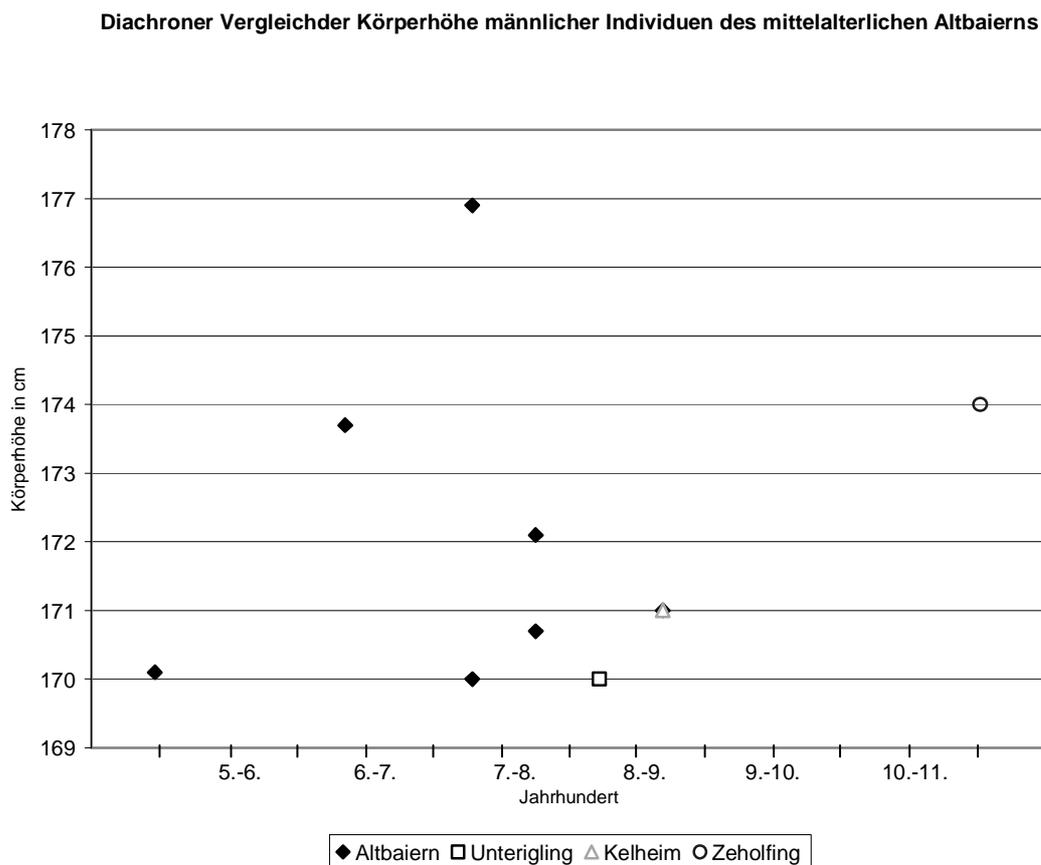
Aus Abbildung 93 wird deutlich, dass der Abhängigkeitsindex für die untersuchten Gräberfelder von Unterigling, Kelheim und auch für die Kirchgrabung von Zeholfing ungewöhnlich hoch ist. Deshalb spielt nicht nur der vergleichsweise hohe Kinderanteil, sondern für Unterigling und Zeholfing auch ein beachtlicher Anteil an über sechzig-jährigen eine Rolle. Für Altbaiern lässt sich nur eine vage Tendenz dahingehend erkennen, dass sich der Abhängigkeitsindex im Laufe der Zeit langsam erhöhte, der relative Anteil von Kindern und alten Menschen an einer Bevölkerung also zunahm. Es ist nicht auszuschließen, dass bei der Berechnung des Abhängigkeitsindex der einzelnen Bevölkerungen das für das Mittelalter typische Kleinkinderdefizit (Kölbl, 2004) von den jeweiligen Autoren nicht berücksichtigt wurde, was natürlich zu einer Verfälschung im Sinne eines zu niedrigen Abhängigkeitsindex führt. Aufgrund der sich verschlechternden Lebensbedingungen im Laufe des Mittelalters (Langenscheidt, 1985; Grupe, 2003) ist eher nicht von einer Erhöhung des Anteils älterer Individuen einer Bevölkerung auszugehen, da diese im Laufe des Mittelalters vermutlich früher verstarben.



**Abb. 93:** Diachroner Vergleich des Abhängigkeitsindex im mittelalterlichen Altbaiern

## Körperhöhe

Beim Vergleich der Körperhöhen der männlichen Individuen im mittelalterlichen Altbaiern ist ein gewisser Abwärtstrend zu erkennen (Abb. 94). Während die männlichen Individuen aus Kelheim mit ihrer Körperhöhe nahe dem durchschnittlichen Wert ( $\bar{x} = 171,7\text{cm}$ ) liegen, liegen die Werte für Unterigling darunter. Eine Abnahme der Körperhöhe im Laufe des Mittelalters lässt Rückschlüsse auf sich verschlechternde Lebensbedingungen zu (Helmuth, 1966). Hierzu im Gegensatz steht wiederum die Kirchgrabung von Zeholfing, wo die männlichen Individuen eine recht hohe Körpergröße aufwiesen, obwohl es sich um eine hochmittelalterliche Bevölkerung handelte. Hier spielt eventuell wieder die tendenziell höhere soziale Stellung eine Rolle. Der Trend geht zu geringeren Körperhöhenwerten im Laufe des Mittelalters. Es ist davon auszugehen, dass die Lebensbedingungen immer schlechter wurden und „Hungerzeiten“ in der Wachstumsphase nicht mehr durch einen *catch-up growth* in Zeiten besserer Nahrungsversorgung ausgeglichen werden konnten. Auch starke körperliche Belastungen während der Kindheit/Jugend (Kinderarbeit) führen zu einem verminderten Längenwachstum; man bleibt kleiner, kann quasi den genetisch bestimmten „Spielraum“ nach oben nicht ausnutzen.

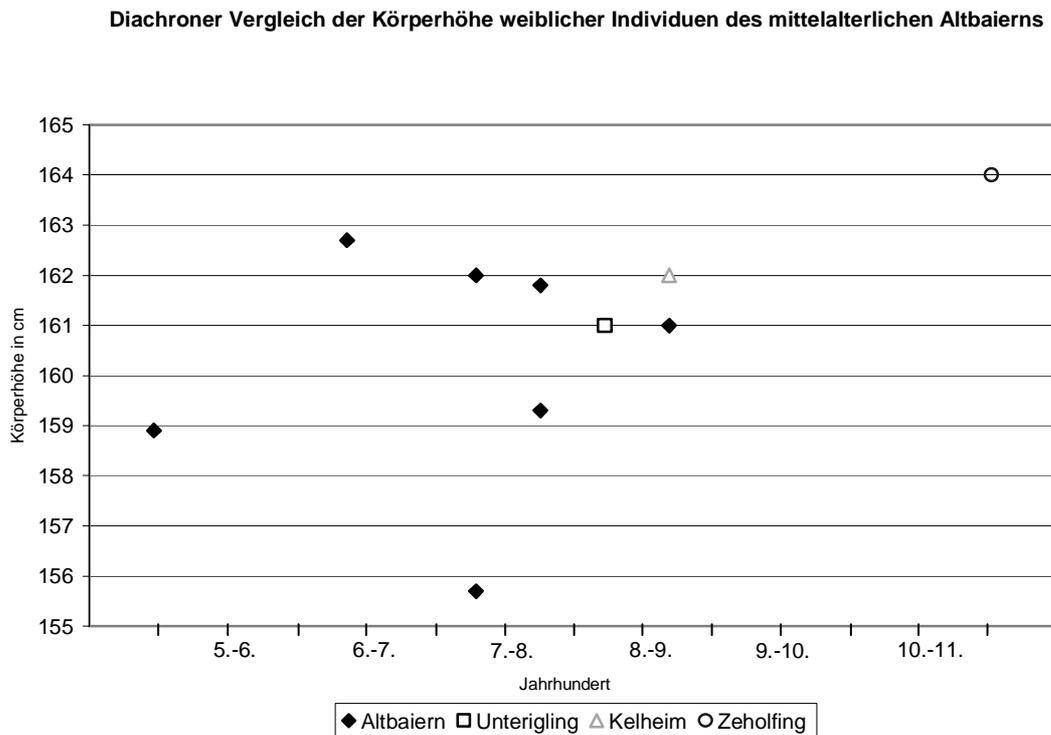


**Abb. 94:** Diachroner Vergleich der Körperhöhe männlicher Individuen im mittelalterlichen Altbaiern

Kritisch anzumerken sei hier aber auch die Art und Weise der Schätzung der Körperhöhe. Die meisten Autoren verwendeten die Methode nach Breitinger (1937) für männliche und Bach (1965) für

weibliche Individuen, zum Teil wurden aber auch Schätzungen nach Pearson (1899) angewandt, welche fast grundsätzlich in geringeren Körperhöhen resultieren. Ferner wäre es auch wichtig zu wissen, anhand welcher Langknochen die Körperhöhe bestimmt wurde, worauf die betreffenden Autoren aber in den seltensten Fällen genau eingehen. Wurden beispielsweise nur Femora herangezogen oder alle verfügbaren Langknochen vermessen und dann der Mittelwert aus den Einzelmesswerten berechnet, wie dies für die Bevölkerungen von Unterigling und Kelheim der Fall war? Auch diese Informationen wären für eine korrekte Interpretation der Körperhöhe unterschiedlicher Populationen von größtem Interesse. Schließlich sei die geringe Anzahl der spätmittelalterlichen publizierten Skelettfunde in Altbaiern angemerkt. Ein eindeutiger Trend ließe sich nur mit einer größeren Anzahl von Skelettserien über die Zeit feststellen (vgl. Kap. 5.4; 5.5).

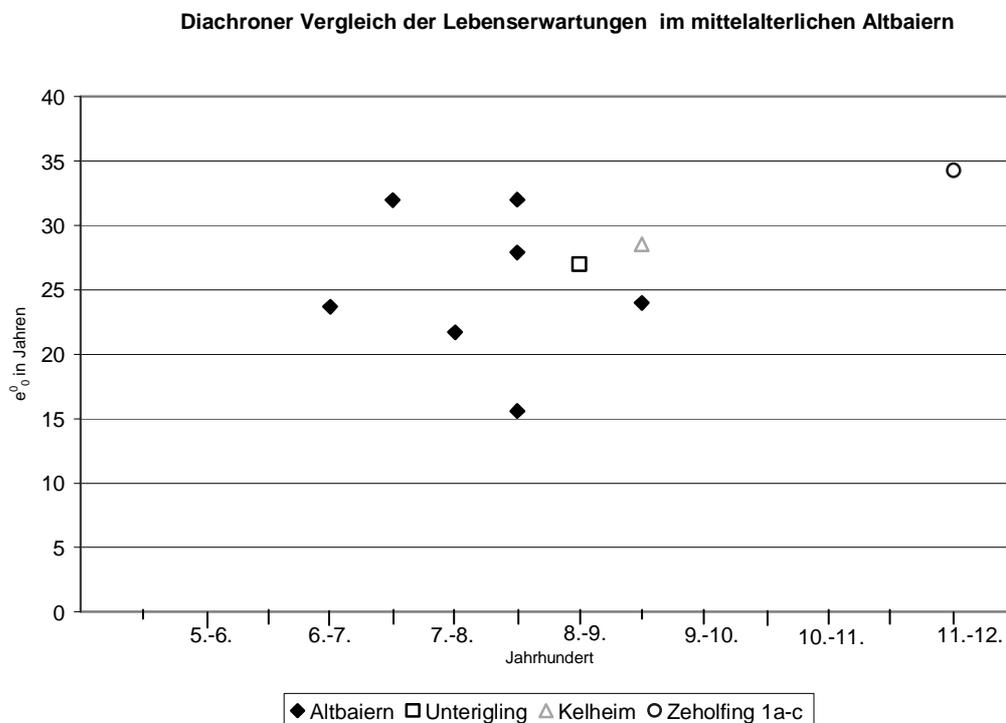
Auch bei den weiblichen Individuen war ein Rückgang der Körperhöhe zu beobachten (Abb. 95). Die Frauen aus Unterigling und Kelheim waren etwas größer als der Durchschnitt ( $\bar{x} = 160,7$ ). Auch hier bildet die Kirchengrabung von Zeholfing wieder einen Ausreißer.



**Abb. 95:** Diachroner Vergleich der Körperhöhe weiblicher Individuen im mittelalterlichen Altbaiern

## Lebenserwartung

Eine der wichtigsten Aussagen von Langenscheidt (1985) war der Rückgang der Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt im Laufe des Mittelalters; im Hoch- und Spätmittelalter hatten man hiernach eine geringere Lebenserwartung als im frühen Mittelalter. Während die Menschen im frühen Mittelalter als Bauern lebten (vgl. Unterirgling), war die folgende Zeitspanne von der so genannten „Landflucht“ geprägt. Die ersten Städte wurden gegründet (vgl. Kelheim) und die Bevölkerung zog es in diese neu gegründeten Städte, weil die hier gebotenen Lebensumstände günstiger erschienen. Unter den zunehmend engeren, schlechteren Wohnverhältnissen in den „wachsenden“ Städten, konnten sich Infektionskrankheiten schneller ausbreiten. Den Höhepunkt bildete die Pestwelle 1348 mit einer Sterblichkeit von bis zu 40% der Bevölkerung (Grupe, 1986). Im Folgenden wird überprüft, ob diese Veränderungen auch schon in einem Kleinraum wie Altbaiern zu beobachten sind (Abb. 96).



**Abb. 96:** Diachroner Vergleich der Lebenserwartungen zum Zeitpunkt der Geburt im mittelalterlichen Altbaiern

Abbildung 96 lässt keine Abnahme der Lebenserwartung erkennen, wohl aber eine Streuung von fast 20 Jahren. Freilich ist ein Großteil der berücksichtigten Gräberfelder in einen relativ kurzen Zeitraum vom 6.-9. Jhd. datiert. Die Bevölkerung von Kelheim weist eine tendenziell höhere Lebenserwartung auf, was auf bessere Lebensbedingungen schließen lässt. Wie die Analysen der Skelettpopulation Kelheims ergaben, waren die Individuen beispielsweise ausreichend mit tierischem Protein versorgt. Auch die Zeholfinger hatten als sozial höher gestellte Bevölkerungsschicht besseren Zugang zu tierischem Protein (vgl. Kap. 4.3.4) und vielleicht auch eine bessere medizinische Versorgung, was die ungewöhnlich hohe Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt im Hochmittelalter erklären könnte.

Beim Vergleich der Lebenserwartungen wird deutlich, wie wichtig die Korrektur des Kleinkinderdefizits ist (aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit wurde dieses für Abbildung 96 vernachlässigt). Die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt sank nach Korrektur des Kleinkinderdefizits für Unterigling auf 24 Jahre (statt 27 Jahre), für Kelheim auf 19 Jahre (statt 29 Jahre) und für Zeholfing auf 26 Jahre (statt 34 Jahre).

Das Fehlen von Säuglingen und Kleinkindern auf einem Friedhof führt grundsätzlich zu einer erhöhten (aus der Sterbetafel berechneten) Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt, was (unrealistisch) hohe Werte zu erklären vermag. Die meisten Autoren gehen zwar (explizit oder zwischen den Zeilen) vom einem Kleinkinderdefizit aus, korrigieren dieses aber nicht.

## 5.4 Diachroner Vergleich demographischer Parameter für Gräberfelder des mittelalterlichen Deutschlands

Um potentielle Trends innerhalb Deutschlands sichtbar zu machen, wurden die Gräberfelder ihrer jeweiligen Lage innerhalb Deutschlands entsprechend in „Norden“, „Westen“, „Osten“ und „Süden“ eingeteilt. Die altbairischen Gräberfelder wurden mit eigenen Symbolen dargestellt, da sie eine zentrale Rolle in der vorliegenden Arbeit einnehmen. Auch die drei Hauptgräberfelder Unterirgling, Kelheim und Zeholfing sind zur besseren Erkennbarkeit extra gekennzeichnet. Bei den „südlichen“ Gräberfeldern handelte es sich um solche, die zwar im Süden Deutschlands, aber nicht innerhalb der Grenzen Altbaierns lagen (Spindler, 1969).

**Tabelle 49:** Aufgelistet sind alle Gräberfelder, welche für den diachronen Vergleich herangezogen wurden und welche den Repräsentanzkriterien genügten. Neben den demographischen Parametern wurde zusätzlich die Lage der einzelnen Gräberfelder innerhalb Deutschlands angegeben. Mit \* gekennzeichnete Werte stammen aus unveröffentlichten Studien von Frau Prof. Dr. Gisela Grupe.

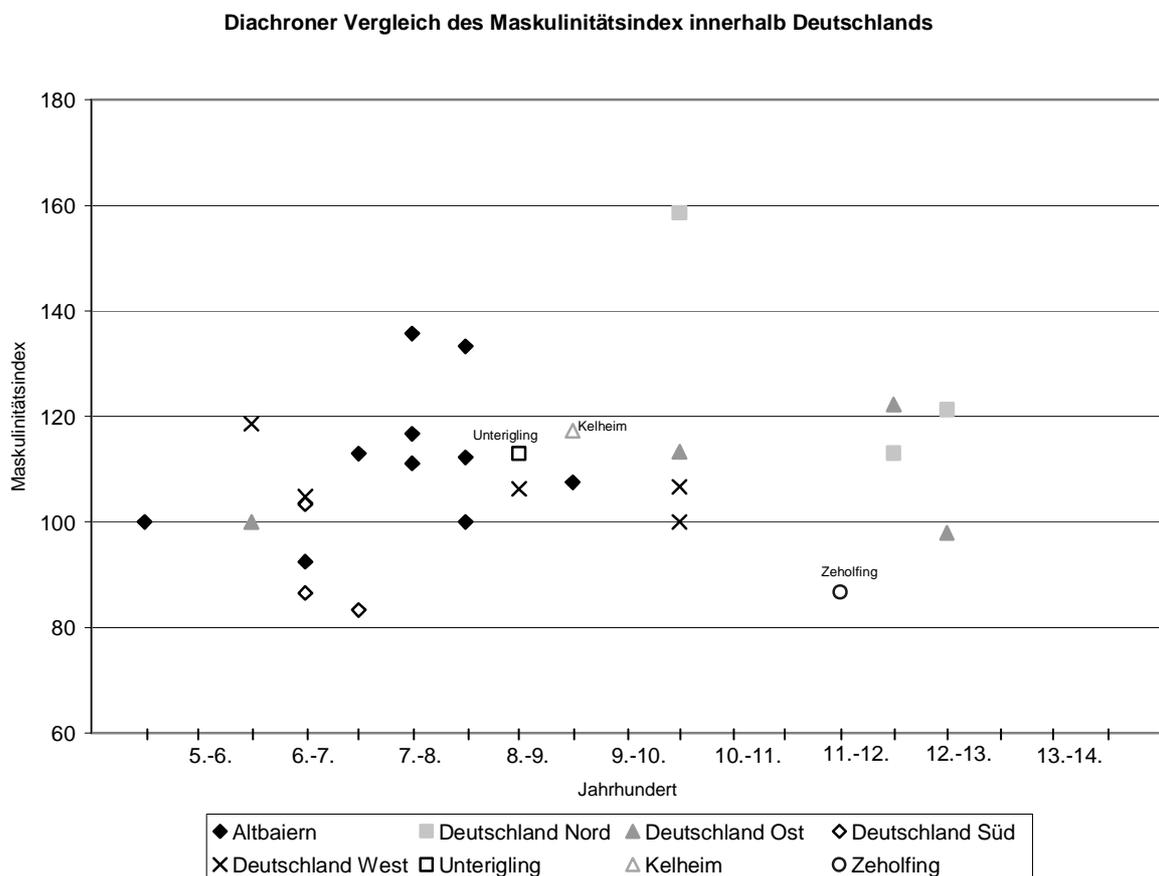
Gräberfeld	Zeitstufe	Literaturstelle	Abhängigkeitsindex	Körperhöhe männlich	Körperhöhe weiblich	Lebenserwartung	Maskulinitätsindex	Lage
Eggolsheim	fMa	Fischhaber, 1988		167,9	159			S
Köln-Müngersdorf	Ma?	Fremersdorf, 1955		164	156		100	W
Junkersdorf/Köln	Ma?	Bauermeister, 1967					106,67	W
Kleinlangheim/Kitzingen	475-725	Schultz, 1998		171,3	161	31,06	83,3	S
Eltville	5.-8.	Langenscheidt, 1985				24,1		W
Gustow/Rügen	6.	Grimm, 1963					100	O
Weingarten	6.-700	Huber, 1967	0,28	172,8			118,6	W
Sontheim	6.-7.	Creel, 1966	0,31	174	158,7		103,3	S
Donzdorf	6.-7.	Abels et al., 1971	0,17	171,5	164,2		86,5	S
Mannheim-Vogelstang	6.-7.	Rösing, 1975	0,46	171	161	24,4	104,8	W
Langenlonsheim	6.-7.	Langenscheidt, 1985				24,4		W
Dittenheim	6.-7.	Hügenell-Reinhardt, 1989		171,3	160,8			W
Niederstotzingen	7.	Creel, 1967	0,3	172	174			S
Gladbeck	8.-9.	Schafberg, 1995					106,25	W
Zullestein/Nordheim	9.	Kunter, 1974		173,3	161,4			W
Haithabu	9.-11.	Schaefer, 1963	0,25	167,4	156		158,6	N
Braunschweig	9.-16.	Burkhardt, 1985*		174,8	161,5		121,3	N
Zöllnitz	10.	Diez & May, 1975*	0,77				113,3	O
Schleswig/Nikolaikirche	11.-13.	Charlier, 1979*	0,37	171,42	161,33		113	N
Reckahn	1150-1350	Schott, 1963*	0,58	168,5	157,5	29,7/ 25,0	97,89	O
Gustävel	12.	Hollnagel, 1962*	0,16	166,7	151,2		122,2	O

## Maskulinitätsindex

Betrachtet man die Gesamtheit der hier untersuchten deutschen Gräberfelder (Abb. 97), lässt sich wiederum eine Tendenz zu mit der Zeit ansteigenden Maskulinitätsindex-Werten erkennen; ab dem Hochmittelalter nimmt freilich auch die Streuung der Werte zu, was vermutlich daran liegt, dass es sich nun vermehrt um recht unterschiedliche Bestattungssituationen, wegen der stärkeren sozialen Differenzierung der Gesellschaft, (Kirchenfunde, exponierte Bestattungen) handelt, wohingegen im Frühmittelalter die relativ einheitlichen Reihengräberfelder dominierten.

Ein Nord-/Süd- bzw. Ost-/Westgefälle zu postulieren ist problematisch, da sich hier der zeitliche Einfluss überlagert: Die nördlichen bzw. östlichen Objekte datieren überwiegend später als die südlichen bzw. westlichen.

Bei den „südlichen“ frühmittelalterlichen Gräbern lag der Maskulinitätsindex tendenziell schwach unter jenem der untersuchten altbairischen Gräberfelder.



**Abb. 97:** Diachroner Vergleich des Maskulinitätsindex einiger mittelalterlicher Skelettserien Deutschlands

Die Gräberfelder von Unterirgling und Kelheim weisen im Vergleich zu anderen mittelalterlichen Gräberfeldern einen Maskulinitätsindex auf, welcher etwas über dem Durchschnitt lag. Ein Frauenüberschuss ist nur bei sehr wenigen Gräberfeldern innerhalb Deutschlands zu beobachten (darunter Zeholfing). Grund für einen Frauenüberschuss auf einem Gräberfeld ist oft das frühe Sterbemaximum/“Übersterblichkeit“ der Frauen. Ursachen wie hoher physischer Druck/Risiko, im

Kindbett zu sterben/schwache Stellung wurden bereits mehrfach dargelegt. Verstarben die Frauen früh, gingen die Witwer ggf. erneute Beziehungen mit Partnerinnen aus anderen Regionen ein. Die zugezogenen Frauen gleichen somit das durch den frühen Tod der Frauen entstandene Defizit an lebenden Frauen aus (Bach & Dušek, 1971). Dies führt zu einem Maskulinitätsindex der Skelettpopulation von 100 oder darunter.

Viele Autoren stellten bei ihren Untersuchungen allerdings einen erhöhten Maskulinitätsindex fest (z.B. Acsádi & Nemeskéri, 1957; Bach & Dušek, 1971; Brunner, 1972; Creel, 1966; Daim, 1987; Kaufmann & Schoch, 1983).

Der geringe Frauenanteil im Mittelalter kann in Einzelfällen auch Folge eines selektiven Elterninvestments sein: In einer patriarchalischen Gesellschaftsform kann es in Krisensituationen zu aktiver oder passiver Vernachlässigung der Mädchen, verglichen mit den Knaben kommen, so dass die Überlebenswahrscheinlichkeit männlicher Säuglinge (entgegen der biologischen Situation) größer wurde. Daraus resultiert im Erwachsenenalter ein Männerüberschuss, der sich im Maskulinitätsindex widerspiegelte.

### **Abhängigkeitsindex**

Wie schon für die einzelnen Gräberfelder Altbaierns, ist es auch für die anderen Gräberfelder Deutschlands schwierig, einen allgemeinen Trend bezüglich des Abhängigkeitsindex festzustellen. Für Altbaiern hatte sich eine leichte Erhöhung des Abhängigkeitsindex abgezeichnet (Abb. 93).

Für die Gräberfelder im Osten Deutschlands konnten relativ hohe Werte festgestellt werden (Abb. 98), jene im Westen lagen deutlich darunter. Dies mag aber wiederum an der unterschiedlichen Zeitstellung gelegen haben: Die westlichen Gräberfelder datierten ins frühe Mittelalter, während die östlichen zeitlich ins hohe bis späte Mittelalter einzuordnen waren. Grundsätzlich war eine hohe Streuung der Werte des Abhängigkeitsindex festzustellen.

Der Abhängigkeitsindex der drei untersuchten Gräberfelder Unterigling, Kelheim und Zeholfing war auch im Vergleich zu den berücksichtigten mittelalterlichen Skelettserien aus ganz Deutschland relativ hoch.

Diachroner Vergleich des Abhängigkeitsindex innerhalb Deutschlands

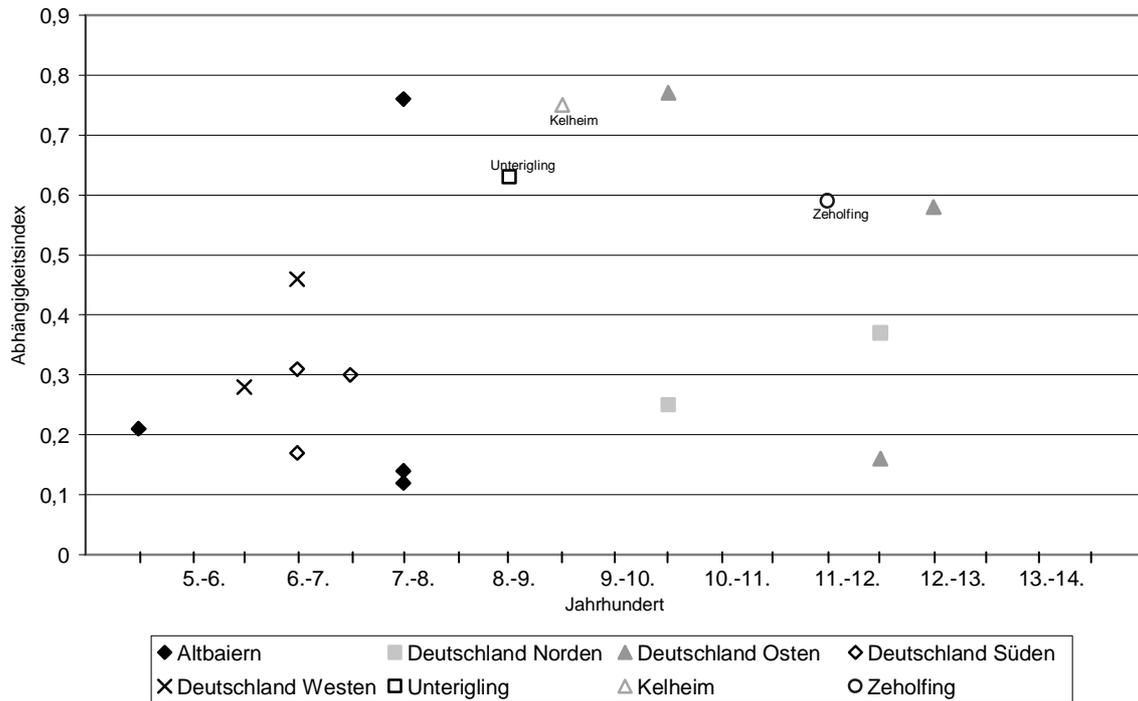
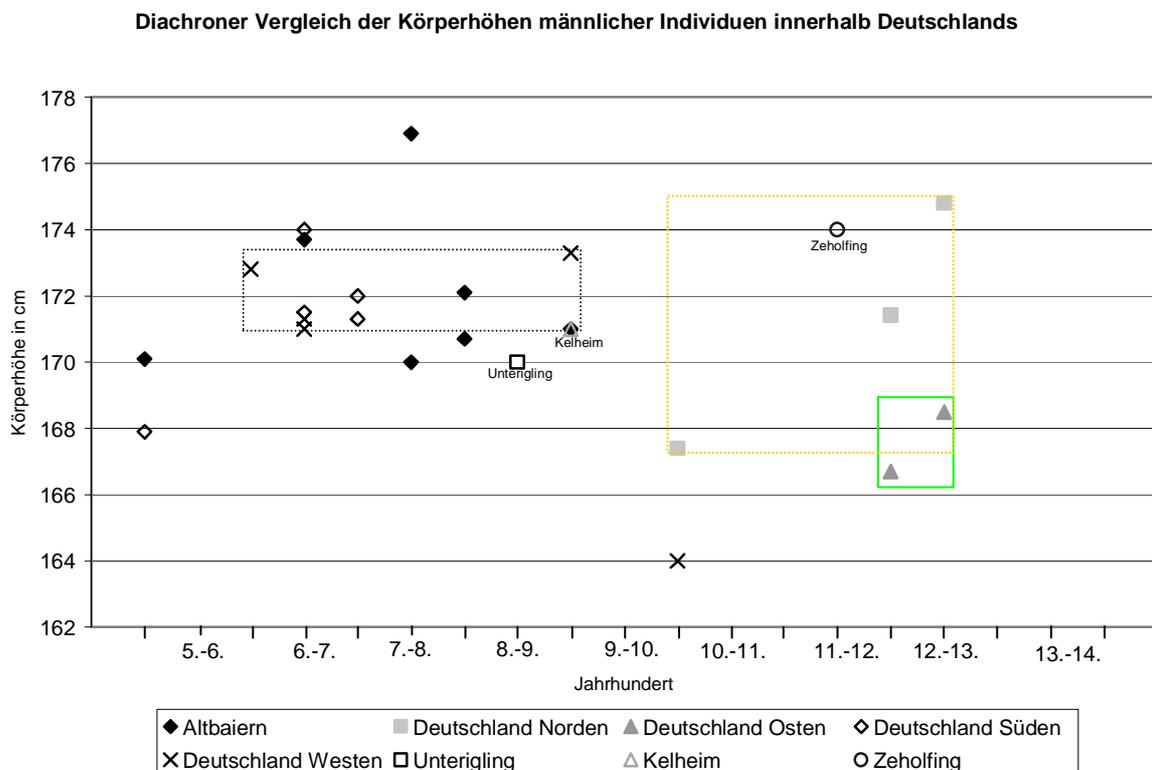


Abb. 98: Diachroner Vergleich des Abhängigkeitsindex mehrerer mittelalterlicher Skelettserien Deutschlands

Auch Langenscheidt (1985) weist auf die steigende Kindersterblichkeit im Verlauf des Mittelalters hin, welche auch einen Anstieg des Abhängigkeitsindex erklären würde.

## Körperhöhe

Beim Vergleich der Körperhöhen männlicher Individuen in den verschiedenen Gräberfeldern, konnte insgesamt ein gewisser „Abwärtstrend“ festgestellt werden (Abb. 99). Das zu beobachtende West-Ost-Gefälle ist wohl eher ein Artefakt infolge der Datierung (Gräberfelder aus dem Westen Deutschlands eher frühmittelalterlich, Gräberfelder aus dem Osten ins hoch- bis spätmittelalterlich). Ein gewisses Nord-Ost-Gefälle der Körperhöhenwerte scheint hingegen nicht zeitlich beeinflusst zu sein, da diese Gräberfelder etwa in die gleiche Zeit fallen. In Bezug auf die Körperhöhe männlicher Individuen konnte bei den frühen altbayerischen Gräberfeldern ein leichter Abfall erkannt werden, was auch für die süddeutschen Gräberfelder gelten mag. Die Individuen aus Unterigling waren durchschnittlich etwas kleiner, die Individuen aus Kelheim lagen annähernd im Durchschnitt. Die männlichen Individuen der Bevölkerung aus Zeholfing waren relativ groß.

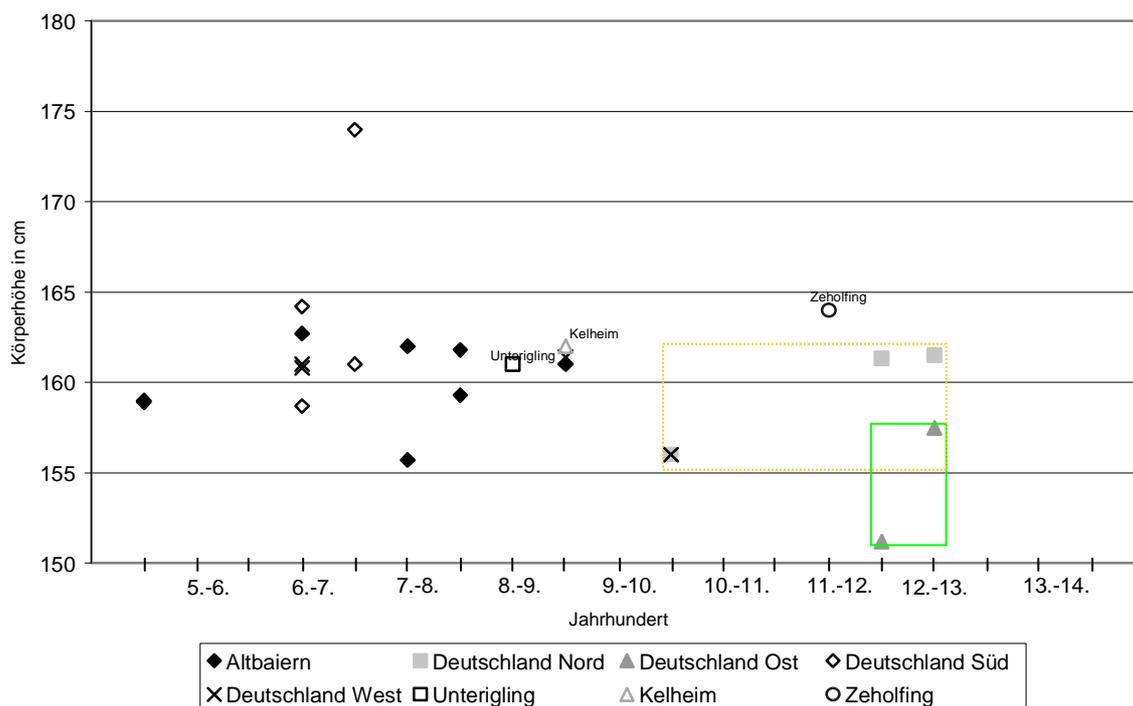


**Abb. 99:** Zeitlicher und räumlicher Vergleich der Körperhöhe männlicher Individuen aus mittelalterlichen Gräberfeldern innerhalb Deutschlands

Die Körperhöhe der weiblichen Individuen zumindest von Unterigling und Kelheim erwies sich als „durchschnittlich“, auch die Zeholfingerinnen waren nur wenig größer als ihre Zeitgenossinnen (Abb. 100).

Auf Gesamtdeutschland bezogen war ein leichter Abwärtstrend der Körperhöhe weiblicher Individuen im Laufe des Mittelalters zu erkennen. Die Individuen im Osten Deutschlands wiesen wiederum die geringste Körperhöhe auf, jene im Norden waren tendenziell größer.

### Diachroner Vergleich der Körperhöhe weiblicher Individuen innerhalb Deutschlands



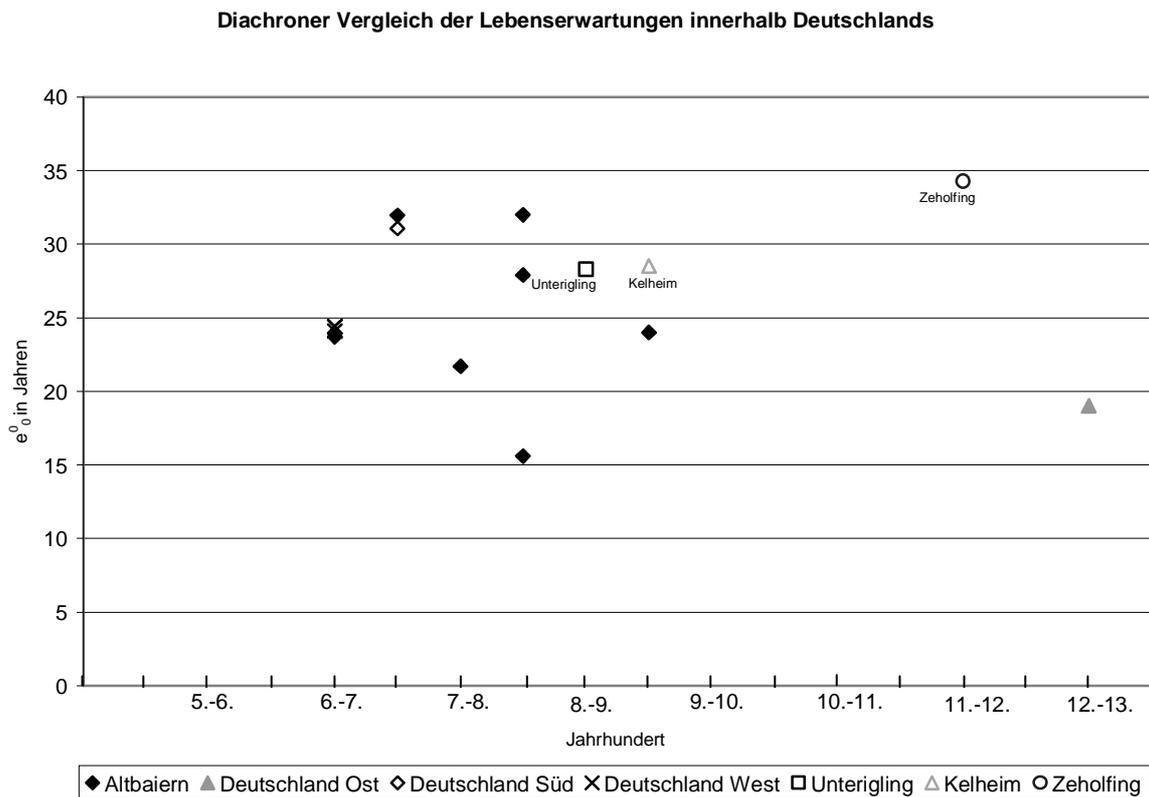
**Abb. 100:** Zeitlicher und räumlicher Vergleich der Körperhöhe weiblicher Individuen aus mittelalterlichen Gräberfeldern innerhalb Deutschlands

Beim Vergleich der Körperhöhen innerhalb Deutschlands zeigte sich - vor allem bei den Männern - schon „im Kleinen“ ein Trend, welcher erst beim Vergleich innerhalb ganz Europas deutlich werden wird: die Verringerung der Körperhöhe vom 9.-11. Jhd., gefolgt von einem leichten Anstieg (Kap. 5.5).

Bei Untersuchungen der Körperhöhe männlicher und weiblicher Individuen mehrerer Gräberfelder Württembergs konnten Czarnetzki et al. (1989) eine Verringerung der Körperhöhe männlicher Individuen (nur) im 8. Jhd. feststellen. Bei den weiblichen Individuen war hingegen ein umgekehrter Trend zu beobachten. Dieses Phänomen kann freilich nicht auf ernährungsphysiologischer Ebene erklärt werden und ließ sich in der vorliegenden Untersuchung auch nicht bestätigen.

## Lebenserwartung

Bereits bei den Bevölkerungen aus Altbaiern war es schwierig, eine Tendenz der Lebenserwartung im Laufe des Mittelalters festzustellen. Für die einzelnen Regionen Deutschlands bzw. für Deutschland im Ganzen ist dies umso problematischer (Abb. 101), da insgesamt nur wenige Skelettserien bzgl. der Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt auswertbar waren – umso weniger konnte dies also für die einzelnen Teile Deutschlands getrennt geschehen.



**Abb. 101:** Zeitlicher und räumlicher Vergleich der Lebenserwartungen zum Zeitpunkt der Geburt in mittelalterlichen Skelettserien aus Deutschland

Da der Hauptteil der diesbezüglich untersuchten Gräberfelder Deutschlands ins frühe Mittelalter datiert, verwundert eine relativ hohe Lebenserwartung kaum.

Zu erwähnen ist hier die, wie auch schon für die altbayerischen Gräberfelder beobachtete, Streuung von fast 20 Jahren.

## 5.5 Diachroner Vergleich demographischer Parameter für Gräberfelder des mittelalterlichen Europas

Im folgenden Kapitel werden nun die Gräberfelder Altbaierns und Deutschlands mit jenen aus Europa verglichen. Ziel ist es, auch hier eventuelle Trends herauszufinden, wie dies zum Beispiel Langenscheidt (1985) gelang. Die ausgewerteten Gräberfelder sind in Tabelle 50 aufgeführt. Zuerst werden alle Gräberfelder als Gesamtheit betrachtet, um mögliche gesamteuropäische Trends in den unterschiedlichen Zeitstufen zu erkennen. Anschließend werden die Gräberfelder den entsprechenden Ländern zugeordnet, um eventuelle Veränderungen innerhalb der einzelnen Staaten feststellen zu können.

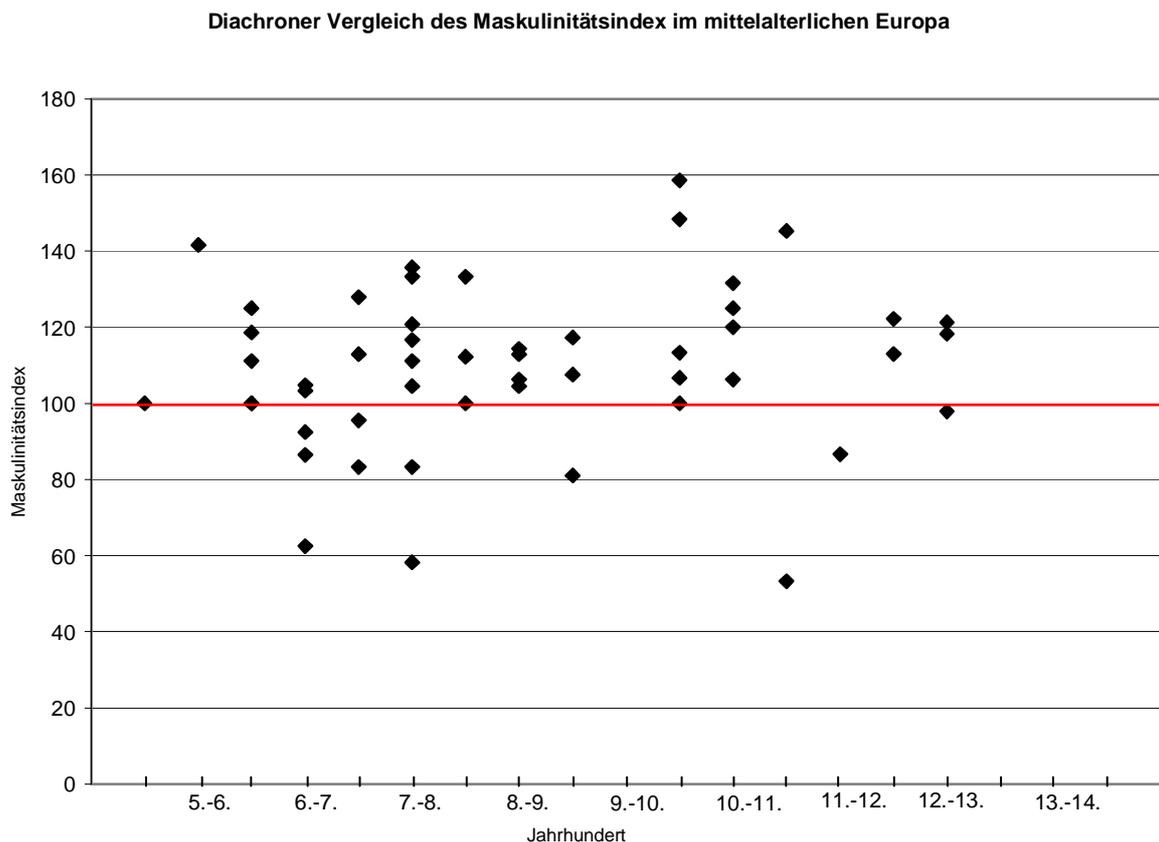
**Tabelle 50:** Aufgelistet sind alle europäischen Gräberfelder, welche für den diachronen Vergleich herangezogen wurden und den Repräsentanzkriterien genügten. Mit \* gekennzeichnete Werte stammen aus unveröffentlichten Studien von Frau Prof. Dr. Gisela Grupe. Die mit \*\* gekennzeichneten Daten wurden aus Langenscheidt (1985) entnommen.

Gräberfeld	Zeitstufe	Literaturstelle	Abhängigkeits-index	Körperhöhe männlich	Körperhöhe weiblich	Lebens-erwartung	Maskulinitäts-index
<b>Österreich</b>							
Pottschach	5.-7.	Geyer, 1931	0,67	167	155,3		125
Leobersdorf	625-800	Daim, 1987	0,5				95,5
Zwölfaxing	680-830	Szilvássy, 1980	0,6	167,6	158	28,5	127,9
Schwechat	6.	Teschler- Nicola, 1980	0,42	172,5	161,5		100
Sommerein	7./8.	Dain & Lippert, 1984	0,6	166,8	161,6		120,8
Rudelsdorf	7.-8.	Fuchs, 1980**				24,5	
Gusen	8.-9.	Hocke, 1980**				17,2	
<b>Schweiz</b>							
Bonaduz	4.-7.	Brunner, 1972	0,16	170	159,8	31,7	141,6
Sézegnin	5.-8.	Simon, (1982)**				34,3	
Basel	6.	Bay- Schuller, 1976	0,34	172	160,6		111,1
Zürich	7.-700	Schneider & Etter, 1979*		170,4	159,6	35,5	83,3
Zürich /Spiegelgasse	7.-8.	Etter & Schneider, 1980*		166,1	158,9	37,5	133,3
Ste Croix	11.-14.	Simon, (1982)**				18,6	
<b>Ungarn</b>							
Keszthely- Dobogo	4.-5.	Acsádi & Nemeskéri, 1970**				28,8	
Pécs	4.-5.	Éry, 1973**				24,3	
Hacs-Bendek- Puszta	5.	Lipták, 1961	0,23	179	157,3		
Várpalota	6.-7.	Malán, 1953*		166,4	161,6		62,5
Adorjan (Gehöft)	7.-8.	Bartucz & Farkas, 1957*	0,44				104,5
Vácer	8.-9.	Gyenis, 1968	0,8	164,06	154,74		104,5
Artánd	9.	Éry, 1966**				21,7	
Sopronköhida	9.	Nemeskéri, 1972**				22,9	
Zalavár	9.-11.	Acsádi & Nemeskéri, 1962*					148,4
Csongrád	10./11.	Bartucz & Farkas, 1956*	0,12	162,11	152,45		106,3
Sárbogárd	10.-11.	Éry, 1968*	0,82	167,6	155,6	32,1	120

Gräberfeld	Zeitstufe	Literaturstelle	Abhängigkeits- index	Körperhöhe männlich	Körperhöhe weiblich	Lebens- erwartung	Maskulinitäts- index
Aldebrö-Mocsáros	10.-11.	Marcsik, 1967*	0,53	164,7	155,3		125
Szatymaz	10.-12.	Lipták & Farkas, 1967*	0,39	165,7	155,3		145,3
Nagytarcsa	11.	Lotterhof, 1973*	0,17	164,7	158,1		53,3
Kérpusza	11.	Nemeskéri, 1972**				26,9	
<b>Tschechien</b>							
Bilovce	8.-9.	Mérinsky & Stloukal, 1983	0,41	168,3	158,7	29,5	114,3
Mikulčice	9.	Stloukal, 1962	0,83	170,6	161,6	21,7	81
Libice	9.-11.	Hanáková,(1969)				18,1	
Bílina	12.-13.	Hanáková, 1971	0,48	168,3	157	21,1	118,3
<b>Slowakei</b>							
Želovce	7.-800	Stloukal & Hanáková, 1974		169,7	158,6	22,6	58,2
Bratislava	9.-12.	Avenariová, 1970*	0,15	166,6	155,4		131,6
<b>Finnland</b>							
Kjeldamaki	5.-6.	Blomquist, 1953	0,5	159,8	154,5		
<b>Dänemark</b>							
Kloster Aebelholt	1200- 1550	Møller- Christensen, 1986		171	161		
<b>Spanien</b>							
Costiltierra, Duraton, Madrona	500-650	Schwidetzky, 1957		169,2			
<b>Frankreich</b>							
Thoiry	5.-7.	Simon, 1982**				28,1	
Blussangeaux	6.-8.	Méry, 1968**				27,6	
<b>England</b>							
Scarborough	10.-12.	Todd (1927)**				25,1	

## Maskulinitätsindex

Aus Abbildung 102 ist ein leichter Anstieg des Maskulinitätsindex in Europa im Laufe der Jahrhunderte zu erkennen. Die Tendenz, welche schon für die Gräberfelder aus Altbaiern und Deutschland ersichtlich war, setzt sich also für ganz Europa fort. Zur besseren Orientierung wurde eine rote Linie bei einem Maskulinitätsindex von 100, also einem ausgeglichenen Geschlechterverhältnis, eingefügt.



**Abb. 102:** Diachroner Vergleich des Maskulinitätsindex mittelalterlicher Skelettserien Europas

Eine überzeugende Erklärung für einen erhöhten Maskulinitätsindex zu finden ist schwierig (Kaufmann & Schoch, 1983).

In Einzelfällen können, wie schon für die deutschen Gräberfelder erwähnt, Fehlbestimmungen eine Rolle spielen. Ferner kann die biologische Benachteiligung der Mädchen, wie bereits dargelegt, einen Einfluss haben (Bach & Dušek, 1971; Creel, 1966) (vgl. Kap. 5.7).

Eine wichtige Ursache für einen erhöhten Maskulinitätsindex stellen unvollständig ergrabene Gräberfelder dar. Im frühen Mittelalter war es gelegentlich Brauch, Männer und Frauen auch auf dem Friedhof nach Geschlecht zu trennen. Wenn bei einer Grabung zum Großteil das Areal mit den männlichen Skeletten erfasst wurde, würde dies natürlich einen hohen Wert für den Maskulinitätsindex nach sich ziehen (Helmuth, 1966). Hier stellt sich natürlich die Frage nach der Repräsentanz der Skelettserie. Aus diesem Grund wurden Gräberfelder, welche einen höheren Maskulinitätsindex als 160 aufwiesen, nicht in die Auswertung einbezogen. Von vielen der besagten

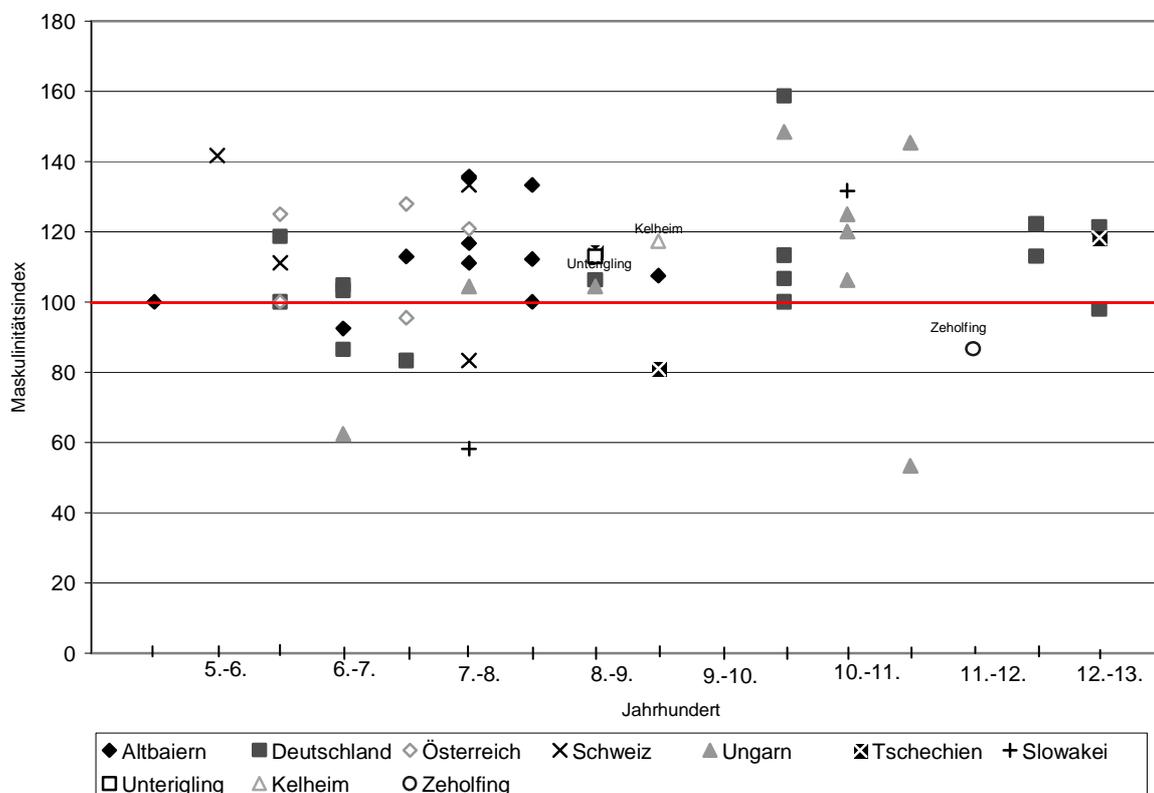
Gräberfelder standen nur die Rohdaten zur Verfügung, nicht aber die Beschreibung der Ausgrabungsumstände.

Natürlich ist es auch möglich, dass männliche Individuen an anderen Orten verstarben - Kriegsbedingt, auf Wanderschaft, auf Pilgerfahrt o.ä. -, was dort zu einem erhöhten Maskulinitätsindex führen würde (Acsádi & Nemeskéri, 1957).

Erklärungen für einen ausgeglichenen oder erniedrigten Maskulinitätsindex zu finden fällt immer etwas leichter: Zu nennen ist hier wiederum die hohe Frauensterblichkeit in der adulten Altersklasse aufgrund von Schwangerschafts- und Geburtenrisiken, welche für ganz Europa gelten kann (Brunner 1972; Daim, 1987). (Man denke auch z.B. an Eisenmangelanämien und ähnliche Folgeerkrankungen) Eine erhöhte Sterblichkeit junger Frauen wurde von Fabrizio & Reuer (1975 in Schafberg, 1995) statistisch nachgewiesen. Bei einem Maskulinitätsindex von ungefähr 100, also einem ausgeglichenen Geschlechterverhältnis im Skelettkollektiv kann, wie schon erwähnt, davon ausgegangen werden, dass gelegentlich Frauen aus anderen Regionen „einreisten“ (Bach & Dušek, 1971).

Beim Vergleich des Maskulinitätsindex ist immer daran zu denken, dass das Skelettkollektiv eventuell nicht das reale Geschlechterverhältnis der lebenden Bevölkerung widerspiegelt. Möglicherweise wurden weibliche Individuen aufgrund ihrer schwächeren sozialen Stellung nicht immer auf dem Hauptfriedhof bestattet? Dieser Umstand würde einen erhöhten Maskulinitätsindex natürlich erklären.

**Diachroner Vergleich des Maskulinitätsindex im mittelalterlichen Europa**



**Abb. 103:** Zeitlicher und räumlicher Vergleich des Maskulinitätsindex mittelalterlicher Skelettserien Europas

Die Gräberfelder Unterigling und Kelheim zeigen im europaweiten Vergleich einen eher durchschnittlichen Maskulinitätsindex, welcher auf einen leichten Männerüberschuss hindeutet (Abb. 103). Die Besonderheiten von Zeholfing wurden bereits eingehend erläutert.

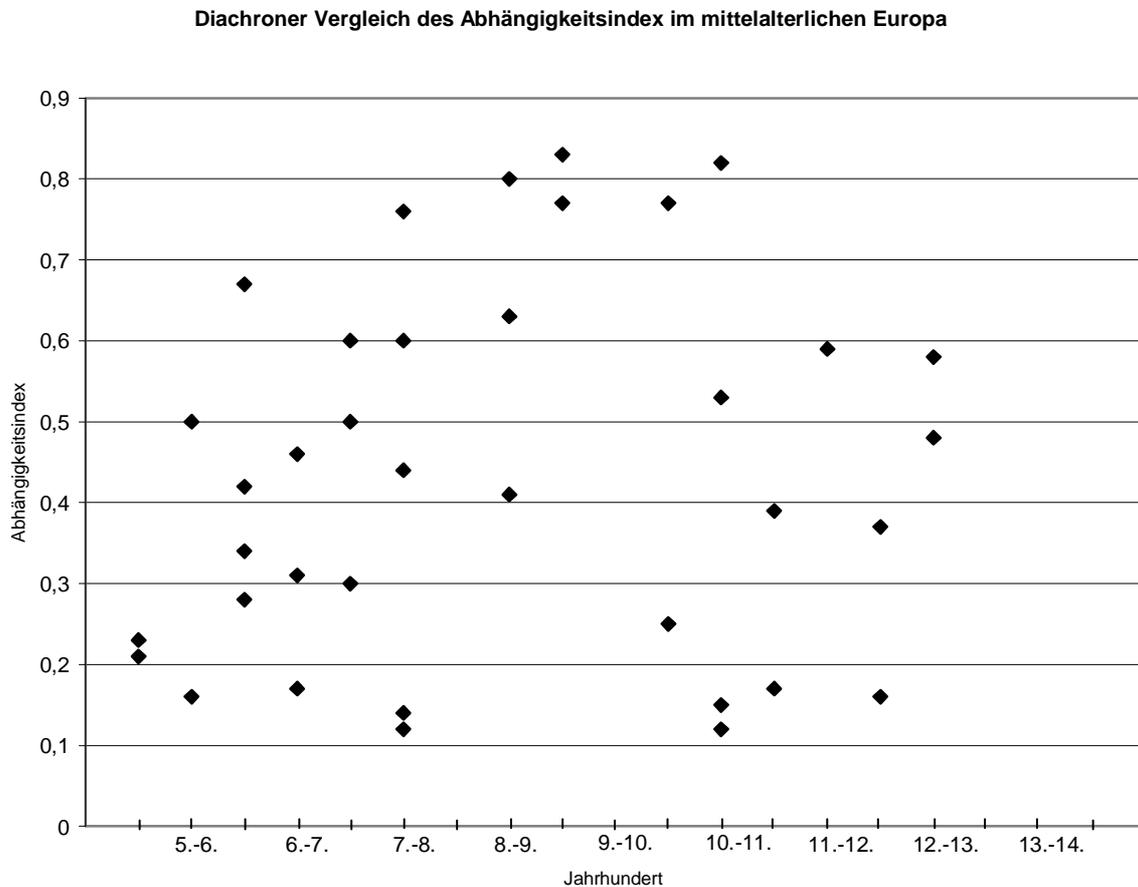
Hinsichtlich räumlicher Unterschiede bzw. innerstaatlicher Tendenzen bietet sich vor allem der Vergleich Deutschland/Ungarn an: Die in Abbildung 103 berücksichtigten deutschen Gräberfelder („Westen“) zeigen einen relativ gleich bleibenden, nur mäßig streuenden Männeranteil über die Jahrhunderte hinweg, wohingegen die ungarischen Werte („Osten“) tendenziell einen Anstieg erkennen lassen, dabei allerdings extrem weit streuen.

Ein typisches Beispiel für einen deutlich erhöhten Maskulinitätsindex in einer zeitweise von Auseinandersetzungen geprägten Region zeigen die ungarischen Gepidengräber: Hier fand sich ein Maskulinitätsindex von 320. Das Volk der Gepiden besiedelte im 5. Jhdt. das Land zwischen Theif und Donau und war bis in die 2. Hälfte des 6. Jhdt. bestimmend im Karpatenbecken. Es kam in diesen Raum immer wieder zu Auseinandersetzungen zwischen verschiedenen Volksstämmen, so dass die hohen Maskulinitätsindex-Werte zum Teil darauf beruhen, dass es sich um „Kriegsgräber“ handelt (Gáspár, 1931).

Bei der Interpretation des Maskulinitätsindex ist die Kenntnis der Ausgrabungssituation (Bestattungsareal vollständig oder nur teilweise ergraben) sowie der Lebensumstände der betreffenden Bevölkerungen (Sterblichkeit der Frauen, selektives Elterninvestment in ein Geschlecht, Kriege oder Migration) von äußerster Wichtigkeit (Acsádi & Nemeskéri, 1957; Langenscheidt, 1985). Andernfalls können die gewonnenen Werte nur teilweise oder auch falsch interpretiert werden.

## Abhängigkeitsindex

Die Werte des Abhängigkeitsindex lassen keinen „gesamteuropäischen Trend“ erkennen, zumal sie eine extrem weite Streuung zeigen.

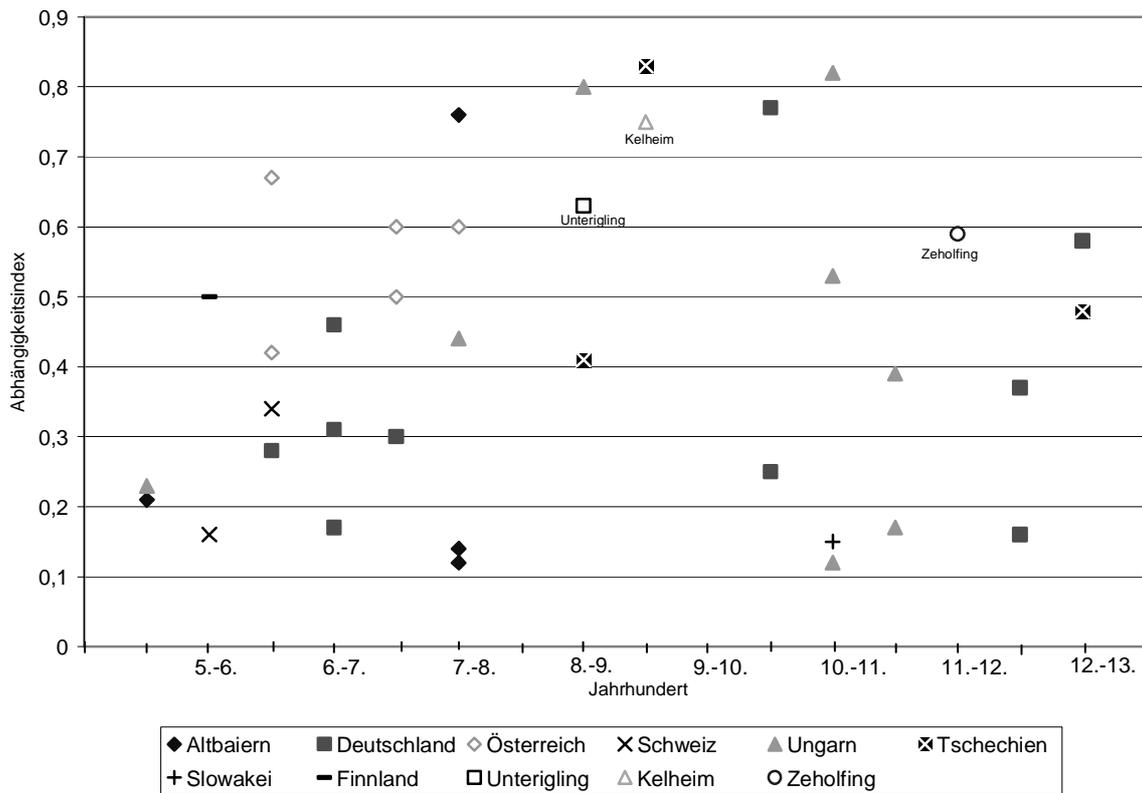


**Abb. 104:** Diachroner Vergleich des Abhängigkeitsindex' zahlreicher mittelalterliche Skelettserien Europas

Die Abhängigkeitsindizes der drei untersuchten Gräberfelder von Unterirgling, Kelheim und Zeholfing liegen im oberen Bereich der europäischen Vergleichswerte.

Die ungarischen und die deutschen Populationen wiesen vergleichbare Abhängigkeitsindex-Werte auf.

### Diachroner Vergleich des Abhängigkeitsindex im mittelalterlichen Europa



**Abb. 105:** Zeitlicher und räumlicher Vergleich des Abhängigkeitsindex mehrerer Skelettserien im mittelalterlichen Europa

Die österreichischen Skelettserien des frühen Mittelalters weisen einen verhältnismäßig hohen Abhängigkeitsindex auf, was auf eine hohe Kinderzahl bzw. hohe Sterblichkeit der Kinder schließen lässt.

Das finnische Gräberfeld freilich datiert ins frühe Mittelalter, der Abhängigkeitsindex von 0,5 ist hierfür nicht ungewöhnlich.

## Körperhöhe

Beim diachronen Vergleich der Körperhöhen (Abb. 106) fällt auf, dass die männlichen Individuen im Zeitraum zwischen dem 9. und 11. Jahrhundert kleiner werden, danach aber wieder an Körpergröße zunehmen. Diese Beobachtung wurde bereits von anderen Autoren gemacht (Herrmann, 1987; Fehring, 1987). Diese Schwankungen in der Körperhöhe können als „biologisch plausible Schwankungen“ (Herrmann, 1987) angesehen werden, dennoch finden sich möglicherweise echte ursächliche Erklärungen.

Diachroner Vergleich der Körperhöhe männlicher Individuen im mittelalterlichen Europa

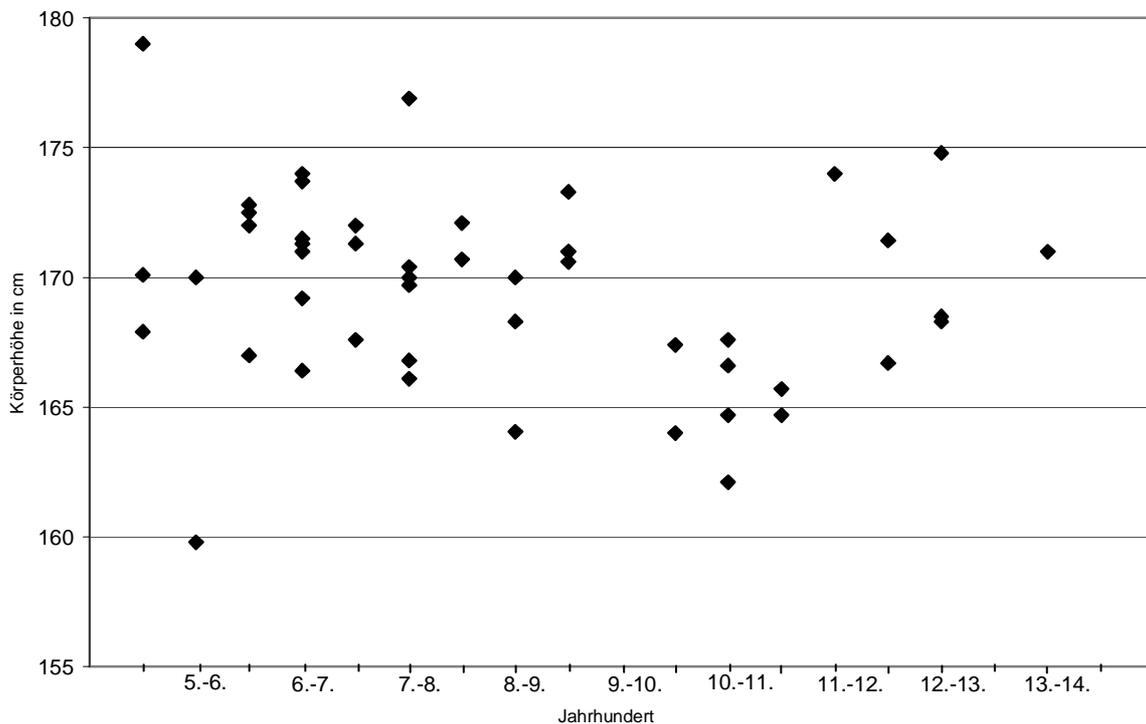


Abb. 106: Diachroner Vergleich der Körperhöhe männlicher Individuen im mittelalterlichen Europa

Beim Vergleich der Länder fällt auf, dass dieses Phänomen nicht nur die deutschen, sondern auch die ungarischen Gräberfelder betrifft, welche in der zweitgrößten Anzahl vertreten sind. Gräberfelder (Deutschland und Ungarn eingeschlossen), welche vor dem 9. oder nach dem 11. Jahrhundert belegt wurden, lassen eine etwas größere Körperhöhe erkennen (die ungarischen Werte liegen dabei tendenziell unter den deutschen). Da es sich bei den berücksichtigten europäischen Serien teilweise um städtische (z.B. Köln-Müngersdorf, Bratislava) und teilweise um ländliche Gebiete (z.B. Haithabu, Sárbogárd) handelte, kann aufgrund dieser Heterogenität keine generelle Aussage bezüglich der räumlichen/regionalen Verteilung der Körperhöhen getroffen werden.

Diachroner Vergleich der Körperhöhe männlicher Individuen im mittelalterlichen Europa

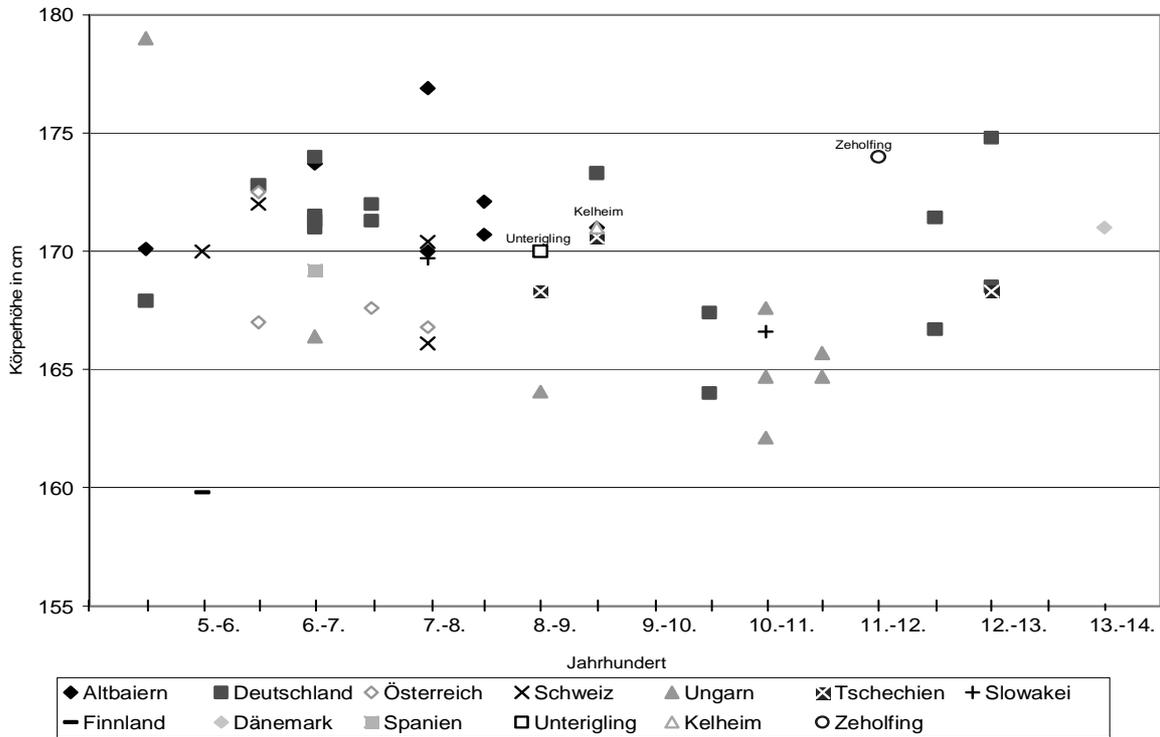
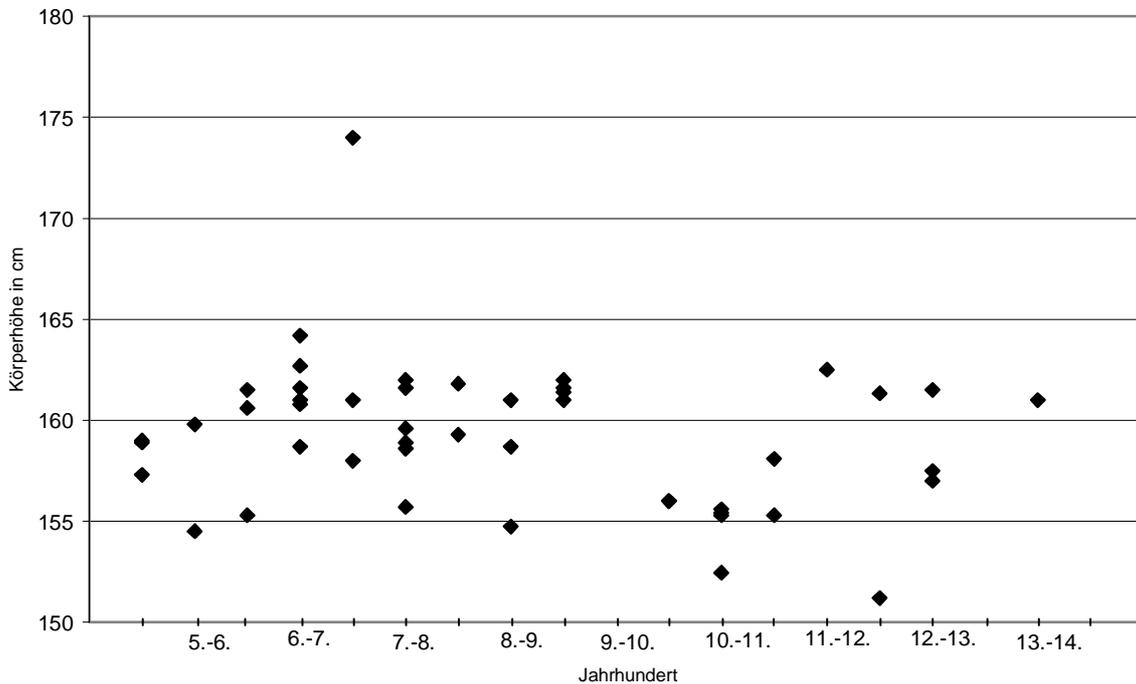


Abb. 107: Zeitlicher und räumlicher Vergleich der Körperhöhe männlicher Individuen zahlreicher Skelettserien des mittelalterlichen Europas

Auch beim Vergleich der Körperhöhe weiblicher Individuen ist der erwähnte „Einbruch“ zwischen dem 9. und 11. Jahrhundert festzustellen (Abb. 108), und zwar wiederum bei den gleichen Populationen Deutschlands, Ungarns und der Slowakei, welche bereits niedrige männliche Körperhöhenwerte aufwiesen (Abb.109).

### Diachroner Vergleich der Körperhöhe weiblicher Individuen im mittelalterlichen Europa



**Abb. 108:** Diachroner Vergleich der Körperhöhe weiblicher Individuen im mittelalterlichen Europa

Die Verminderung der Körperhöhe scheint also tatsächlich auf ein allgemeines Phänomen hinzudeuten, welches zwischen dem 9. und 11. Jahrhundert in Europa aufgetreten sein muss.

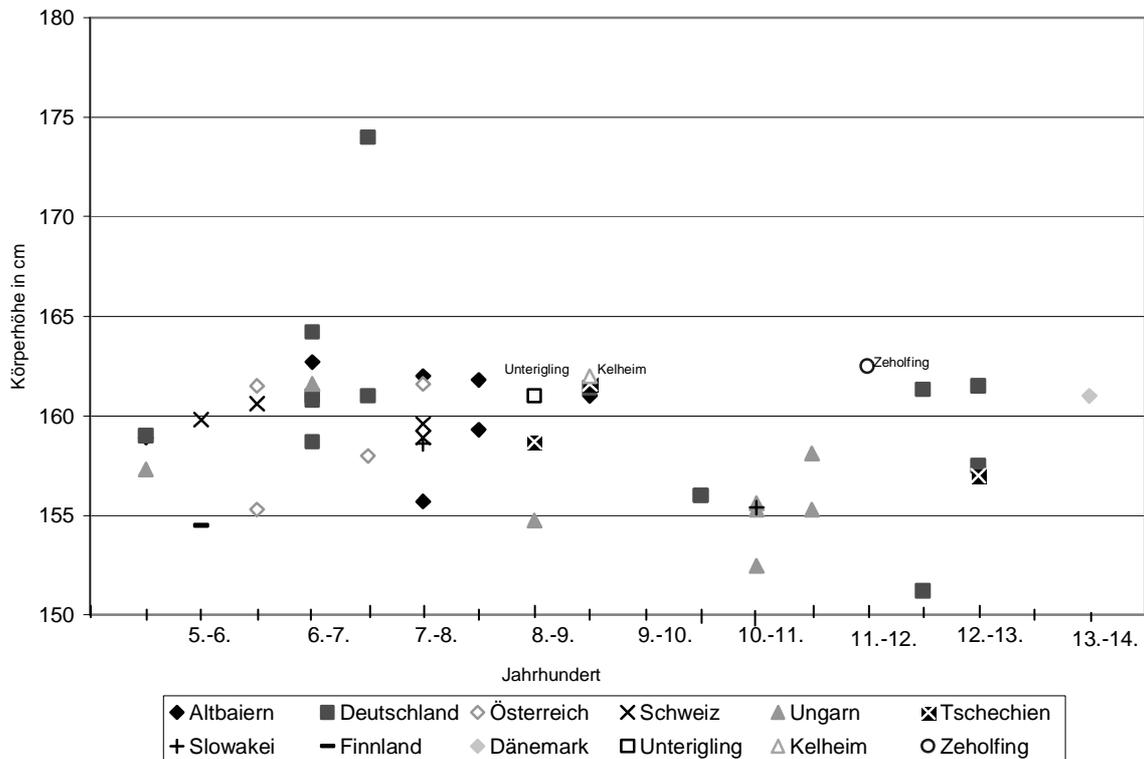
Eine einleuchtende Erklärung könnte in einer Verschlechterung der Lebensverhältnisse liegen (Hungersnöte, Vitaminmangel, ...) welche sich indirekt auf das Wachstum niederschlugen.

Auch eine genetische Drift, also eine zufällige Veränderung im Genpool einer kleinen Population (Campbell, 1997), könnte zugrunde liegen. Eine solche Situation wird auch als „Flaschenhalseffekt“ bezeichnet: Die kleine überlebende Population repräsentiert nicht die gesamte genetische Ausstattung der ursprünglichen Population, so dass manche Allele über- und andere unterrepräsentiert sind. In vorliegendem Zusammenhang ist der so genannte „Gründereffekt“ von Bedeutung: Eine kleine Anzahl von Individuen besiedelt ein neues Gebiet; je kleiner diese „Stichprobe“ ist, desto weniger wird die genetische Ausstattung der „Mutterpopulation“ repräsentiert. Wächst die Population, wird der „Stichprobenfehler“ immer kleiner, so dass Zufallsereignisse nicht mehr so stark ins Gewicht fallen (Campbell, 1997).

Als entscheidender Faktor, welcher das Wachstum vermindern kann, gelten eine mangelhafte Ernährung bzw. länger andauernde Hungerzustände (Grupe, 1986). Die Verringerung der erforderlichen Stoff- und Energiezufuhr führt ggf. zu (Infektions-)Erkrankungen, welche sich dann auf das Wachstum niederschlagen. Unter besseren Lebensbedingungen wurden größere Körperhöhen beobachtet (Grupe et al., 2005). Da der Zeitraum zwischen 800 bis 1350 n. Chr. durch zahlreiche Hungersnöte gekennzeichnet ist (Grupe, 1986), könnte dies als ein Grund für die Verminderung der

Körperhöhe angesehen werden. Vielleicht war es auch so, dass die Bevölkerungen zwischen dem 9.-11. Jahrhundert neben dem Hunger noch anderen widrigen Lebensbedingungen ausgesetzt waren, welche zu einer zusätzlichen Verminderung der Körperhöhe geführt haben könnten.

**Diachroner Vergleich der Körperhöhe weiblicher Individuen im mittelalterlichen Europa**



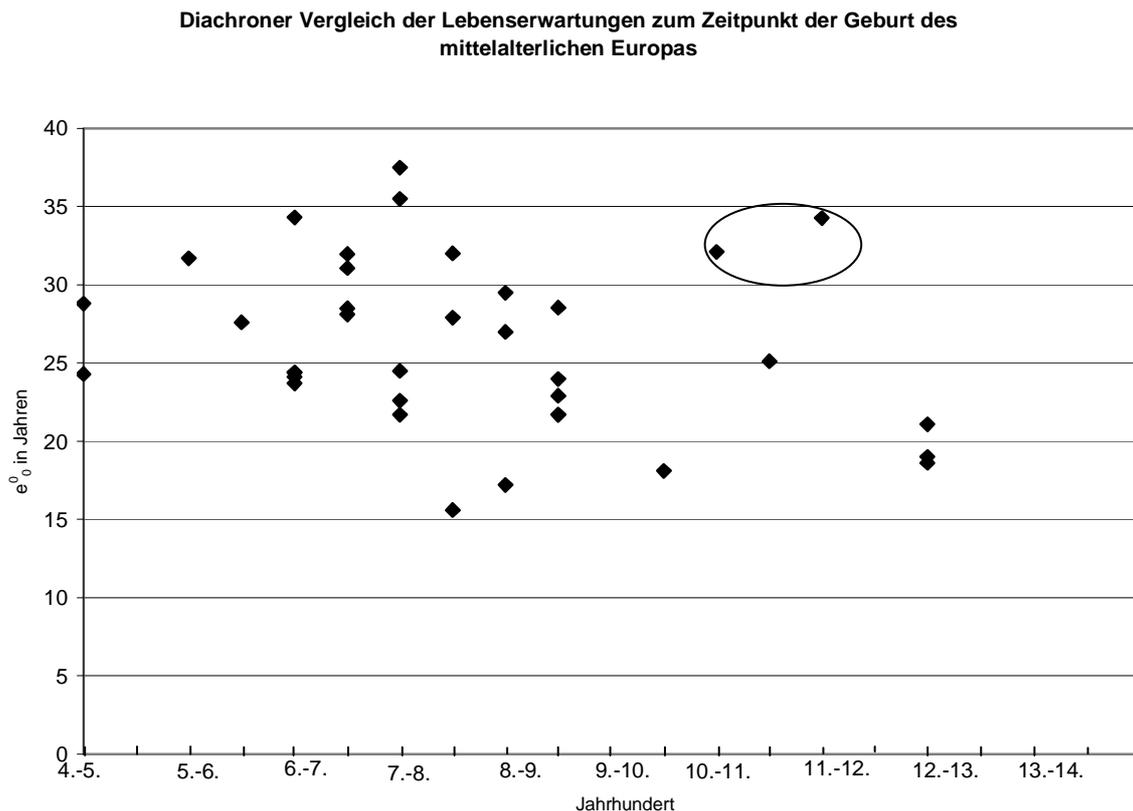
**Abb. 109:** Zeitlicher und räumlicher Vergleich der Körperhöhe weiblicher Individuen zahlreicher Skelettserien des mittelalterlichen Europas

Eher unwahrscheinlich ist, dass ein Unterschied/“Einbruch“ der Körperhöhenwerte, wie er hier gezeigt wurde, völlig auf methodische Aspekte (unterschiedliche Körperhöhenberechnung) zurückzuführen ist, da diese nicht nur Populationen aus dem 9.-11. Jahrhundert betreffen. In der Tat ist davon auszugehen, dass es sich um ein umweltbedingtes Phänomen jener Zeit handelte. Die Frage, warum eine Retardierung des Wachstums gerade zwischen dem 9.-11. Jhd. zu beobachten ist, ist zunächst nicht zu beantworten. Insbesondere die Erhöhung der Körperhöhe nach dem 11. Jhd. ist erstaunlich und wohl nicht auf die Lebensbedingungen zurückzuführen. Untersuchungen von Langenscheidt (1985) machten deutlich, dass sich die Sterblichkeitsverhältnisse und somit auch die Lebensbedingungen vom frühen zum späten Mittelalter verschlechterten. Hier könnte also das Phänomen der genetischen Drift eine Rolle spielen.

## Lebenserwartung

Die Lebenserwartung im Verlauf des europäischen Mittelalters wurde schon von einigen Autoren untersucht und diskutiert (Langenscheidt, 1985; Grupe, 2003). Langenscheidt (1985) stellt gar eine „Verschlechterung der Lebensverhältnisse vom frühen zum späten Mittelalter bei einem gleichzeitigen West-Ost-Gefälle der Lebenserwartung“ fest.

Es ist nun zu untersuchen, ob sich der von Langenscheidt postulierte Trend für die vorliegend untersuchten Gräberfelder bestätigt.

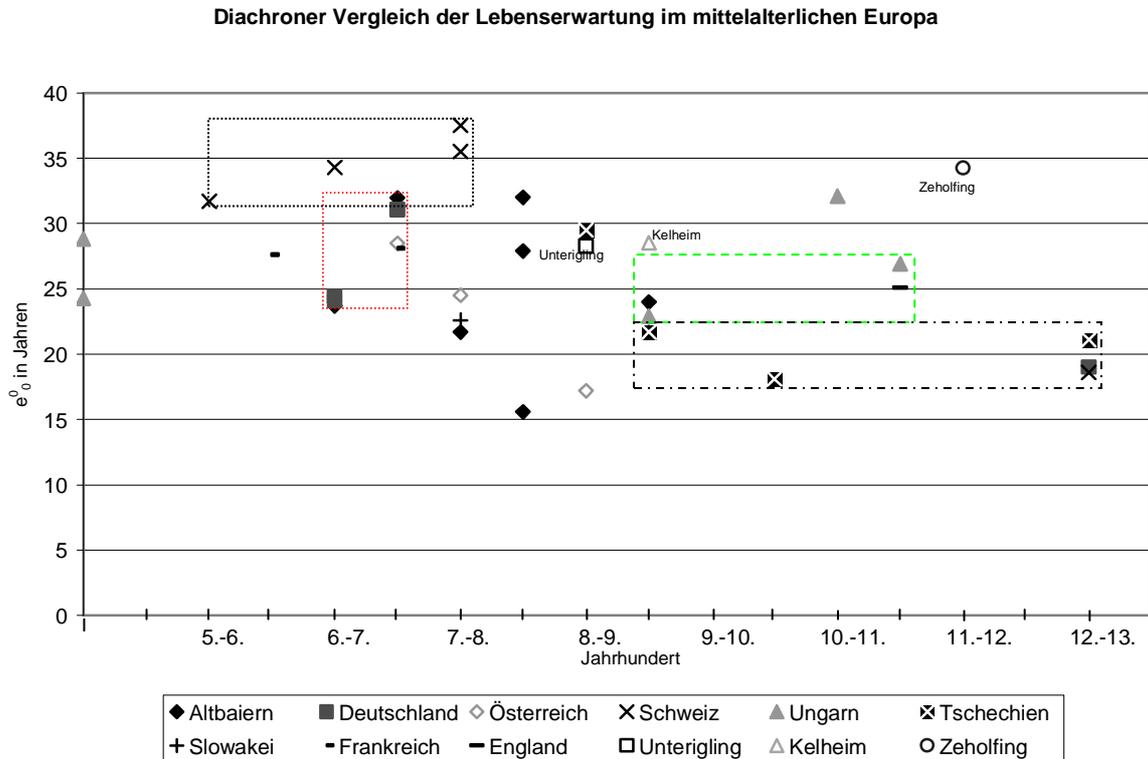


**Abb. 110:** Diachroner Vergleich der Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt im mittelalterlichen Europa

Aus Abbildung 110 wird deutlich, dass die Lebenserwartung vom frühen zum späten Mittelalter tatsächlich sank. Bei den zwei „Ausreißern“ (umrandete Punkte) handelt es sich um Sárbogárd und Zeholfing. Aus welchen Gründen die Kirchengrabung von Zeholfing eine Ausnahme bildet, wurde bereits eingehend erörtert. Vielleicht handelte es sich auch bei der anderen Skelettserie um eine höher gestellte Bevölkerungsschicht, welche aufgrund ihrer Stellung bessere Lebensumstände ausgesetzt waren und somit auch eine höhere Lebenserwartung hatten. Es könnte aber auch sein, dass diese Gräberfelder nur teilweise ergraben waren und deshalb die realen Altersverhältnisse nicht exakt rekonstruiert werden konnten.

Der allgemeine Trend zeigt aber eine Verschlechterung der Lebensverhältnisse. Möglicherweise ist die hohe Lebenserwartung der genannten Ausnahme-Populationen auch ein Artefakt infolge eines Kleinkinderdefizits. Nach dessen Korrektur beträgt die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt für

Zeholfing nur noch 26 Jahre. Dies ist immer noch hoch, würde sich aber in den allgemeinen Trend einfügen.



**Abb. 111:** Zeitlicher und räumlicher Vergleich der Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt im mittelalterlichen Europa

Interessant war auch der Länder-Vergleich der Gräberfelder (Abb. 111). Werden die „Ausreißer“ außer Acht gelassen, sieht man tatsächlich ein West-Ost-Gefälle zwischen Deutschland und Tschechien/Ungarn. Die Lebenserwartung der tschechischen Populationen liegt fast immer unter jener der deutschen. Auch die französischen Serien zeigen höhere Werte als die tschechischen sowie vergleichbare Werte zu den deutschen. Einen gewissen Einfluss mag freilich auch die etwas spätere Zeitstellung der tschechischen Skelettserien haben, da ja ein genereller Abfall der Lebenserwartung vom frühen zum späten Mittelalter zu verzeichnen ist. Auch die zeitlich späteren ungarischen Gräberfelder zeigen eine tendenziell geringere Lebenserwartung als die deutschen. Das von Langenscheidt (1985) postulierte West-Ost-Gefälle lässt sich also bestätigen.

In den Schweizer Skelettserien ist die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt am höchsten. Auch hier könnten Kleinkinderdefizite die Lebenserwartung künstlich erhöht haben (Brunner, 1972; Kaufmann & Schoch, 1983).

Zusammenfassend lässt sich eine Abnahme der Lebenserwartung im Laufe des Mittelalters nicht nur in Deutschland, sondern in ganz Europa feststellen. Gründe hierfür sind sicherlich auch die ersten Städtegründungen, welche mit einem expansiven Bevölkerungswachstum zwischen 850 und 1050 einhergehen (Grupe, 1986). Damit verbunden ist oft eine unzureichende Ernährung der Bevölkerung,

im Extremfall Hungersnöte nach Missernten. Unter diesen Voraussetzungen ist eine Abnahme der Lebenserwartung eine logische Konsequenz.

Im frühen Mittelalter hingegen waren die Gebiete noch relativ dünn besiedelt (Lexikon des Mittelalters, 1981), Infektionskrankheiten konnten sich weniger gut ausbreiten. Das Leben im frühen Mittelalter war aufgrund des geringen technischen Fortschritts zwar hart (Ennen, 1986), dennoch konnte ein Großteil der Bevölkerung ausreichend versorgt werden, was zu insgesamt besseren, da stabileren, Lebensverhältnissen führte.

## **5.6 Weitere demographische Daten für das europäische Mittelalter**

Im letzten Kapitel sollen die demographischen Größen, welche nach Bocquet-Appel & Masset (1977) berechnet wurden sowie die „Schätzwerte“ der Gräberfelder Unterigling, Kelheim und Zeholfing mit jenen von Langenscheidt (1985) verglichen werden. Es soll diskutiert werden, ob sich die drei untersuchten Skelettserien in die Beobachtungen von Langenscheidt einfügen, oder ob sich Abweichungen zeigen. In Tabelle 51 sind alle von Langenscheidt untersuchten Gräberfelder/Skelettserien aufgelistet; die Werte von Unterigling, Kelheim und Zeholfing wurden hinzugefügt. Berechnet wurden der Anteil der über 20-jährigen einer Bevölkerung, der Anteil der 5-9-jährigen, sowie der 10-14-jährigen, ferner das Verhältnis der 5-14-jährigen Individuen zu den über 20-jährigen. Des Weiteren wurden jeweils die beobachteten und die geschätzten Werte der Sterbewahrscheinlichkeit innerhalb des ersten Lebensjahres und innerhalb der ersten fünf Lebensjahre untersucht. Die Lebenserwartung wird in diesem Zusammenhang vernachlässigt, da sie schon eingehend besprochen wurde und es sich in den Analysen von Langenscheidt um Schätzwerte (nach Bocquet-Appel & Masset; 1977) handelte.

**Tabelle 51:** Aufgelistet sind demographische Parameter verschiedener Skelettserien des europäischen Mittelalters. Die Daten basieren auf den Untersuchungen von Langenscheidt (1985). Die Berechnungen erfolgten nach den Formeln von Bocquet-Appel & Masset (1977). Die Daten für Unterirgling, Kelheim und Zeholfing wurden hinzugefügt.

Fundort	Zeitstellung	Autor	$D_{20-60}$	$D_{5-9}$	$D_{10-14}$	${}^1q_0$ beob.	${}^5q_0$ beob.	$x = D_{5-14}/D_{20-60}$	${}^1q_0$ Schätzw.	${}^5q_0$ Schätzw.	$e^0$
Keszthely-Dobogó (H)	4.-5.	Acsádi & Nemeskéri, 1970	82	9,5	3		0,18	0,152	0,25	0,39	28,8
Pécs (H)	4.-5.	Éry, 1973	86	12	5	0,12	0,29	0,198	0,28	0,44	24,3
Eltville (D)	5.-8.	Langenscheidt, 1985	404	54	27	0,02	0,09	0,2	0,28	0,45	24,1
Langenlonsheim (D)	6.-7.	Langenscheidt, 1985	350	46	23	0,01	0,05	0,197	0,28	0,44	24,4
Mannheim-Voglstang (D)	6.-7.	Rösing, 1975	412	59	31	0,02	0,11	0,218	0,29	0,46	22,5
Schretzheim (D)	6.-8.	Hitzeroth, 1963	178	28	13	-	0,02	0,23	0,29	0,47	21,7
Sézegnin (CH)	5.-8.	Simon, 1982	540	39	21	0,02	0,07	0,111	0,22	0,33	34,3
Thoiry (F)	5.-7.	Simon, 1982	126	13	7	-	0,09	0,159	0,26	0,4	28,1
Blussangeaux (F)	6.-8.	Méry, 1968	104	12	5	0,01	0,13	0,163	0,26	0,4	27,6
Altenerding (D)	6.-7.	Helmuth, 1970	~950	~135	~60	~0,02	~0,10	0,205	0,28	0,45	23,7
Rudelsdorf (A)	7.-8.	Fuchs, 1980	92	16	2	0,03	0,17	0,196	0,28	0,44	24,5
Želovce (SL)	7.-8.	Stloukal & Hanáková, 1974	512	75	37	0,03	0,15	0,219	0,29	0,46	22,6
Zwölfaxing (A)	7.-9.	Szilvássy, 1980	129	15	5	0,1	0,25	0,155	0,26	0,4	28,5
Gusen (A)	8.-9.	Hocke, 1980	60	12	6	0,03	0,2	0,3	0,32	0,53	17,2
Unterirgling (D)	8.-9.	vorliegende Dissertation	172,7	27	10,5	0,11	0,20	0,22	0,29	0,46	22,72
Kelheim (D)	8.-10.	vorliegende Dissertation	60,6	9,5	5	0,11	0,23	0,24	0,30	0,48	21,06
Artánd (H)	9.	Éry, 1966	174	24	16	0,04	0,16	0,23	0,29	0,47	21,7
Sopronköhida (H)	9.	Nemeskéri, 1972	79	11	6	0,15	0,33	0,215	0,29	0,46	22,9
Mikulčice (H)	9.	Stloukal, 1962	581	92	42	0,08	0,25	0,231	0,3	0,48	21,7
Libice (H)	9.-11.	Hanáková, 1969	201	44	13	0,17	0,47	0,284	0,31	0,51	18,1
Halimba-Cseres (H)	10.-12.	Acsádi & Nemeskéri, 1957	544	111	23	-	0,21	0,246	0,3	0,49	30,6
Kérpuzta (H)	11.	Nemeskéri, 1972	212	28	8	0,16	0,28	0,17	0,26	0,41	26,9
Scarborough (GB)	10.-12.	Todd, 1927	106	16	4	-	0,06	0,189	0,28	0,44	25,1
Bílina (H)	10.-13.	Hanáková, 1971	155	25	12	0,06	0,17	0,239	0,3	0,48	21,1
Zeholfing Hor.1a-c (D)	10.-13.	vorliegende Dissertation	61,6	6	2,5	0,05	0,18	0,14	0,24	0,37	30,47
Espenfeld (D)	11.-12.	Bach & Dušek, 1971	229	43	26	0,12	0,36	0,301	0,32	0,52	17,2
Westerhus (S)	11.-14.	Gejvall, 1960	139	30	12	0,31	0,48	0,302	0,32	0,53	17,1
Ste Croix (CH)	11.-14.	Simon, 1982	105	19	10	-	0,07	0,276	0,31	0,51	18,6
Reckahn (D)	12.-14.	Schott, 1963	177	36	12	0,03	0,1	0,271	0,31	0,51	19

Langenscheidt (1985) konnte die Werte der verglichenen Gräberfelder in drei Gruppen einteilen. In der ersten Gruppe lag der Anteil der 5-14-jährigen im Verhältnis zu den Erwachsenen unter 20%. Die Lebenserwartung war gleichzeitig höher als 26 Jahre und die Säuglingssterblichkeit betrug um 25%. In der zweiten Gruppe betrug der Anteil der 5-14-jährigen im Verhältnis zu den Erwachsenen zwischen 20-25% bei einer Lebenserwartung von 21-25 Jahren und einer Säuglingssterblichkeit von 28-30%. In der dritten Gruppe lag der Anteil der 5-14-jährigen im Verhältnis zu den Erwachsenen ungefähr bei 30%, während die Lebenserwartung unter 20 Jahre sank, die Säuglingssterblichkeit aber auf über 30% anstieg. Anhand der steigenden Säuglingssterblichkeit und der sinkenden Lebenserwartung vom

frühen bis zum späten Mittelalter konnte Langenscheidt eine Verschlechterung der Lebensverhältnisse postulieren.

Die Schätzwerte von Unterigling und Kelheim lassen sich gut in die zweite Gruppe einfügen. Sie wiesen ähnliche Werte auf wie andere zeitgleiche Serien (z.B. Artánd, Sopronköhida). Die Populationen von Unterigling und Kelheim lebten unter vergleichbaren Lebensverhältnissen wie andere europäische Bevölkerungen des gleichen Zeitraums. Dies war nach den vorherigen Untersuchungen (vgl. Kap 5.3.3, 5.4, 5.5) schon abzusehen.

Die Skelettpopulation von Zeholfing wäre, nach den vorliegenden Parametern, der ersten Gruppe nach Langenscheidt (1985) zuzuordnen - was aber für das Hoch- bis Spätmittelalter keineswegs der Erwartungen entspricht, da hier die Lebenserwartung schon unter 20 Jahre gesunken sein müsste und auch die Säuglingssterblichkeit mehr als 30% betragen müsste. In Zeholfing lag jedoch die Lebenserwartung mit 30 Jahren sehr hoch (vgl. Kap. 5.5) und die Säuglingssterblichkeit mit 24% unter dem Erwartungswert. Dass die dort ergrabenen Skelette keine durchschnittliche Population ihrer Zeit repräsentieren, sondern einen in vieler Hinsicht zufallsbedingten Bevölkerungsausschnitt darstellten, muss freilich nicht mehr betont werden.

## VI. Zusammenfassung

Die vorliegende Dissertation ist Teil des von der Volkswagen-Stiftung geförderten interdisziplinären Projekts „Ökosystem, Wirtschaftsweise und Sozialstruktur im mittelalterlichen Altbaiern“. Untersuchungsgegenstand waren die Gräberfelder von Unterigling-Loibachanger (8.-9. Jhdt.) und Kelheim-Kanal I (8.-10. Jhdt.). Die Kirchengrabung von Zeholfing (Horizont 1a-c: 10.-12. Jhdt; Horizont 2: 13.-15. Jhdt.) wurde aus Vergleichsgründen hinzugezogen. Die untersuchten Gräberfelder wurden einem kompletten anthropologischen Befund unterzogen, welcher neben Alters- und Geschlechtsbestimmung auch Schätzung der Körperhöhe, Bestimmung des Zahnstatus, Untersuchung degenerativer Erkrankungen der Wirbel und Gelenke sowie Feststellung weiterer Pathologien und anatomischer Varianten beinhaltete. Des Weiteren wurde das chronologische Sterbealter anhand der Zuwachsringe im Zahnzement bestimmt. Die Rekonstruktion der Ernährung erfolgte mittels stabiler C- und N-Isotope aus dem Knochenkollagen und stabiler C- und O-Isotope aus der Karbonatfraktion des Knochens. Zur Erstellung von Nahrungsnetzen der jeweiligen Bevölkerung wurden ferner auch Tierknochenfunde hinsichtlich ihrer Isotopensignaturen untersucht. Zur Rekonstruktion der Lebendbevölkerung, wurde jedes Gräberfeld einer paläodemographischen Analyse unterzogen. Diese beinhaltete die Erstellung von Sterbetafeln sowie die Berechnung einiger paläodemographischer Parameter, darunter Repräsentanz der Skelettserie, Maskulinitätsindex, Abhängigkeitsindex, Schätzung der Siedlungsgröße, Mortalitätsrate, Wachstumsrate sowie die Schätzung der Sterblichkeit der Kinder innerhalb des ersten Lebensjahres bzw. der ersten fünf Lebensjahre und die Schätzung der Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt. Im Rahmen dieser umfassenden paläodemographischen Analyse der einzelnen Gräberfelder stellte sich die Frage, inwieweit sich die gewonnenen Werte dieser drei altbaierschen Skelettpopulationen in das deutsche und europäische Mittelalter einordnen lassen. Daher wurden die untersuchten Bevölkerungen mit weiteren Bevölkerungen Altbaierns, Deutschlands und schließlich Europas bezüglich Maskulinitätsindex, Abhängigkeitsindex, Körperhöhe männlicher und weiblicher Individuen und Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt verglichen. Schließlich erfolgte auch ein Vergleich der paläodemographischen Schätzwerte, wie ihn Langenscheidt (1985) vorschlug.

Das Gräberfeld von Unterigling-Loibachanger umfasste 292 Individuen. Neun davon waren nicht auf dem eigentlichen Gräberfeld, sondern etwas nord-östlich davon bestattet. Es wird davon ausgegangen, dass es sich hierbei um Angehörige einer höher gestellten Schicht handelte (Meier & Eibl, in Vorb.). Der Sterbegipfel der Unteriglinger Bevölkerung lag in der adulten Altersklasse, wobei die weiblichen Individuen früher verstarben als die männlichen. Diese Beobachtung ist für frühmittelalterliche Skelettserien nicht ungewöhnlich: Die Frauen waren durch Schwangerschafts- und Geburtsrisiken deutlich gefährdeter (Acsádi & Nemeskéri, 1957). Degenerative Veränderungen infolge (übermäßiger) Belastung zeigten v.a. die Hüftgelenke. Dies ist für eine agrarisch lebende Bevölkerung im frühen

Mittelalter durchaus normal, da sich das Arbeiten im Stehen sowie das Zurücklegen großer Wegstrecken besonders auf diese Gelenkregion auswirkt (Faber, 2001). Ein beträchtlicher Teil der männlichen Individuen wies degenerative Veränderungen der Schultergelenke auf, was auf das Heben schwerer Lasten oder das Arbeiten über Kopf schließen lässt (Faber, 2001). Es ist möglich, dass es sich hier um bestimmte Berufsgruppen (z.B. Knochenhauer, Holzfäller, Schmied) handelte. Die Bevölkerung von Unterigling ernährte sich von C<sub>3</sub>-Pflanzen, und auch tierisches Eiweiß spielte in der Ernährung eine Rolle. Als Hauptfleischlieferant kann das Rind gelten (persönliche Mitteilung von Frau Susanne Bischler M.A., Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin der LMU München, 2005; Meier, 2005). Anhand der  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte im Kollagen der untersuchten (Kleinst-)Kinder konnte festgestellt werden, dass diese gestillt worden waren. Die Kinder starben hauptsächlich an Mangelkrankungen, was für das frühe Mittelalter typisch war (Hühne-Osterloh, 1997) oder aber an Krankheiten, welche am Skelett nicht nachweisbar sind (Lungenentzündung, Diarrhöe, etc.). Die <sup>18</sup>O-Isotopensignatur ließ erkennen, dass zumindest ein Teil der Pferde, welche in Unterigling gefunden wurden, nicht von dort stammte. Dies spricht für die Theorie, dass es sich vielleicht um einen Handels- oder Schlachtplatz für Pferde gehandelt haben könnte, welche auf der alten römischen *Via Claudia* nach Unterigling getrieben wurden. Auch ein Individuum der Separatgrablege im Nord-Osten des Gräberfeldes stammte vermutlich nicht aus Unterigling, möglicherweise handelte es sich um ein Mitglied der Herrscherschicht, welche nicht immer vor Ort war.

Die protostädtische Siedlung von Kelheim betrieb schon früh Eisenverhüttung und entwickelte sich aufgrund ihrer Lage an Altmühl und Donau bereits früh zu einem wichtigen Verkehrsknotenpunkt (Bosl, 1979). Insgesamt wurden hier 119 Skelette geborgen, von welchen 98 in die anthropologischen Untersuchungen einbezogen werden konnten. Eine Besonderheit im Gräberfeld von Kelheim war ein Kreisgraben mit acht Bestattungen und einer Zentralbestattung. Auch für die Bevölkerung von Kelheim lag der Sterbegipfel in der adulten Altersklasse, wobei auch hier wieder mehr weibliche Individuen in dieser Altersklasse verstarben, wohingegen der Hauptteil der männlichen Individuen in der maturaen Altersklasse verstarb. Über 20% der Kinder überlebten die ersten fünf Lebensjahre nicht, was aber durchaus typisch für das Mittelalter ist. Verschleißerscheinungen fanden sich überwiegend im Bereich der Hüft- und Kniegelenke sowie in den distalen und proximalen Sprunggelenken. Da diese Gelenke den Großteil des menschlichen Körpergewichtes tragen, wirken sich Arbeiten im Stehen oder Gehen hier wiederum besonders stark aus (Faber, 2001). Die pflanzliche Ernährung der Bevölkerung von Kelheim basierte auf C<sub>3</sub>-Pflanzen, als Hauptfleischlieferant diente auch hier das Rind (Meier, 2005; persönliche Mitteilung von Frau Susanne Bischler M.A., Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin der LMU München, 2005). Einige Kinder wiesen geringere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte auf als die Erwachsenen, was bedeutet, dass sie geringeren Zugang zu tierischem Protein hatten. Inwieweit die Kinder gestillt wurden, konnte für Kelheim nicht beantwortet werden, da (zunächst) keine Säuglingsknochen im Fundgut enthalten waren, welche man hätte

analysieren können. Nur ältere Kinder konnten untersucht werden. Ein regelmäßiger Verzehr von größeren Mengen an Fisch konnte, trotz der Lage an Donau und Altmühl, nicht nachgewiesen werden. Die Individuen des Kreisgrabens wiesen keine erhöhten  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte auf, welche für einen erhöhten Konsum von tierischem Protein gesprochen hätten. Höher gestellte Bevölkerungsschichten hatten oft besseren Zugang zu tierischem Eiweiß (Grupe, 1990), und auch bei anderen zeitgleichen Separatgrablegen hatte man erhöhte  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte im Vergleich zur normalen Bevölkerung festgestellt (Czermak et al., 2006).

Die Kirchengrabung von Zeholfing hatte eine Sonderstellung unter den untersuchten Gräberfeldern. Es handelte sich hier vermutlich z.T. um Bestattete aus einer höher gestellten Bevölkerungsschicht (Eibl, 2001). Die Kirchengrabung wurde in mehrere zeitliche Horizonte eingeteilt, wobei in der vorliegenden Dissertation nur die Horizonte 1a-c und 2 untersucht wurden. Bedauerlicherweise war der Komplex nicht vollständig ergraben, so dass es sich hier nicht um eine organisch gewachsene Bevölkerung handelte, sondern nur um einen Bevölkerungsausschnitt. Zudem waren die unterschiedlichen Bestattungsplätze z.T. wohl auch bestimmten Berufsgruppen vorbehalten. In Horizont 2 beispielsweise wurden hauptsächlich Säuglinge und Kinder bestattet (Eibl, 2005). Eine errechnete Sterblichkeit der Kinder innerhalb der ersten fünf Lebensjahre von über 40% bzw. eine Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt von 19 Jahren entspricht demnach nicht der Realität, weshalb Horizont 2 nicht in den diachronen Vergleich der Gräberfelder einbezogen wurde. Die Belegung von Horizont 1 entspricht möglicherweise ebenfalls nicht den Verhältnissen in der realen Lebendbevölkerung. Mit seiner Einbeziehung konnte deutlich gemacht werden, wie wichtig eine genaue Kenntnis der Grabungsverhältnisse ist (Acsádi & Nemeskéri, 1957), um Fehlinterpretationen zu vermeiden.

Der diachrone Vergleich erstreckte sich auf über 75 altbairische, deutsche bzw. europäische Gräberfelder, wobei jedoch nicht für alle Serien alle analysierten Werte zur Verfügung standen.

Die Skelettserien von Unterigling und Kelheim fügten sich Großteils gut in den allgemeinen Trend ein. Die Skelettpopulation von Zeholfing hingegen wies überwiegend abweichende Werte auf, was freilich zu erwarten war.

Für die Gräberfelder Altbaierns, Deutschlands und auch im gesamten Europa war tendenziell ein Anstieg des Maskulinitätsindex durch das Mittelalter hindurch zu erkennen, wie es auch schon von anderen Autoren beobachtet wurde (z.B. Acsádi & Nemeskéri, 1957; Bach & Dušek, 1971; Brunner, 1972; Ulrich-Bochsler, 1997). Eventuell spielt hier ein selektives Elterninvestment - Bevorzugung der Knaben, Vernachlässigung der Mädchen - eine Rolle. Freilich ist auch die Bestattungssituation ganz entscheidend, so könnten z.B. bei einer Kirchengrabung überwiegend Gräber des Klerus zutage treten. Bei jeder morphologischen Analyse ist natürlich auch die Möglichkeit einer Fehlbestimmung gegeben, die nicht ganz außer Acht gelassen werden soll.

Aussagen über den Abhängigkeitsindex sind besonders schwierig, da in dessen Berechnung sowohl die Anzahl der Kinder bis 14 Jahre, die der alten Menschen ab 60 Jahre sowie im Nenner die Zahl der 15-59-jährigen eingehen. Schwankungen des Abhängigkeitsindex können also von jedem der drei Parameter beeinflusst sein. Vorliegend konnte nur festgestellt werden, dass die Gräberfelder von Unterigling, Kelheim und Zeholfing im Vergleich zu anderen europäischen Gräberfeldern einen relativ hohen Abhängigkeitsindex aufwiesen, man musste also vergleichsweise viele „Abhängige“ (mit)versorgen. Grundsätzlich zeigten die Werte des Abhängigkeitsindex eine hohe Streuung.

Die Analyse der Körperhöhe ließ einen Abfall der Werte etwa zwischen dem 9. und 11. Jahrhundert und danach wiederum einen Anstieg auf die Werte vor dem 9. Jahrhundert bei beiden Geschlechtern erkennen. Diese Beobachtungen bezogen sich nicht nur auf die deutschen Skelettserien, sondern galten europaweit. Die Lebensqualität einer Bevölkerung wird durch die Umweltbedingungen bestimmt (Fehring, 1987); es wäre durchaus möglich, dass aufgrund schlechter Lebensbedingungen (Hungersnot, Infektionen etc.) Kinder/Jugendliche in ihrem Wachstum gehemmt waren. Die Körperhöhenentwicklung einer Bevölkerung würde somit die unmittelbaren Lebensbedingungen reflektieren (Grupe et al., 2005). Warum sich dieses Phänomen auf diesen bestimmten Zeitraum im Mittelalter beschränkte und die Körperhöhe danach wieder anstieg, konnte nicht geklärt werden. Kritisch anzumerken seien hier auch die unterschiedlichen Methoden der Körperhöhenschätzung: Berechnung anhand unterschiedlicher Formeln bzw. Berücksichtigung unterschiedlicher Langknochen kann zu unterschiedlichen Körperhöhenschätzwerten führen. Freilich dürfte sich dieser methodische Fehler nicht allein auf den Zeitraum zwischen dem 9. und 11. Jahrhundert auswirken.

Die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt im Verlauf des europäischen Mittelalters wurde schon von einigen Autoren untersucht und beschrieben (Langenscheidt, 1985; Grupe, 2003). Auch in der vorliegenden Dissertation wurde ein Abfall der Lebenserwartung im Verlauf des Mittelalters festgestellt. Dies kann mit einer allgemeinen Verschlechterung der Lebensverhältnisse vom frühen zum späten Mittelalter begründet werden (Langenscheidt, 1985). Für das hohe bzw. späte Mittelalter konnten vorliegend zwei „Ausreißer“ festgestellt werden, welche eine relativ hohe Lebenserwartung aufwiesen, hierunter auch die Zeholfinger Population. Auch hier muss wieder ausdrücklich darauf hingewiesen werden, wie wichtig die genauen Kenntnisse der Grabungssituation sind (Acsádi & Nemeskéri, 1957), um hierdurch bedingte Artefakte als solche zu erkennen. Beim europäischen Vergleich der Lebenserwartungen konnte wiederum ein West-Ost-Gefälle zwischen Deutschland, Frankreich und Tschechien/Ungarn festgestellt werden. Die schweizerischen Gräberfelder wiesen die höchste Lebenserwartung im Vergleich mit zeitgleichen europäischen Serien auf. Möglicherweise liegt hier aber z.T. ein Kleinkinderdefizit zugrunde: Sind auf einem Gräberfeld besonders wenige Skelette von Kleinkindern vorhanden, führt das natürlich zu einem erhöhten Wert der Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt.

Zuletzt wurden die Gräberfelder von Unterigling und Kelheim sowie die Kirchgrabung von Zeholfing noch hinsichtlich paläodemographischer Kennwerte mit den von Langenscheidt (1985)

analysierten Gräberfeldern verglichen. Deren Untersuchungen bezogen sich u.a. auf Schätzwerte der Sterblichkeit von Kindern innerhalb des ersten bzw. der ersten fünf Lebensjahre sowie der Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt. Es zeigte sich, dass sich die Gräberfelder von Unterigling und Kelheim klar in die von Langenscheidt aufgestellte „zweite Gruppe“ einordnen ließen, welche gekennzeichnet ist durch ein Verhältnis der 5-14jährigen zu den Erwachsenen von 20-25%, eine geschätzte Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt von 21-25 Jahren sowie einer Säuglingssterblichkeit von 28-30%. Die Bevölkerung der Kirchgrabung von Zeholfing fiel diesbezüglich wieder etwas aus dem von Langenscheidt (1985) erstellten Raster.

## VII. Literatur

- Abels B.U., Gäberle H & Schröter P.*, 1971: Die menschlichen Skelettreste aus dem Reihengräberfeld von Donzdorf, Kreis Göppingen. IN: Neuffer E. (Hrsg.): Der Reihengräberfriedhof von Donzdorf. Forschungen und Berichte zur Ur- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg Bd.2, 109-118. Stuttgart
- Acsádi G. & Nemeskéri J.*, 1957: Paläodemographische Probleme am Beispiel des frühmittelalterlichen Gräberfeldes von Halimba-Cseres Kom. Veszprém/Ungarn. *Homo* 8, 133-148
- Acsádi G. & Nemeskéri J.*, 1970: History of human life span and mortality. Akademiai Kiado, Budapest
- Acsádi G., Harsány L. & Nemeskéri J.*, 1962: The population of Zalavár in the Middle Ages. *Acta Archaeologica* 14, 1-2. Budapest
- Alt K.W.*, 1997: Odontologische Verwandtschaftsanalyse. Individuelle Charakteristika der Zähne in ihrer Bedeutung für Anthropologie, Archäologie und Rechtsmedizin. IN: Grupe G., Christiansen K., Schröder I. & Wittwer-Backofen U. (Hrsg.): Anthropologie. Ein einführendes Lehrbuch. Springer Verlag 2005
- Ambrose S.H.*, 1986: Stable Carbon and Nitrogen Isotope Analysis of Human and Animal Diet in Africa. *Journal of Human Evolution* 15, 707-731
- Ambrose S.H.*, 1990: Preparation and Characterization of Bone and Tooth Collagen for Isotopic Analysis. *Journal of Archaeological Science* 17, 431-451
- Ambrose S.H.*, 1991: Effects of Diet, Climate and Physiology of Nitrogen Isotope Abundance in Terrestrial Foodwebs. *Journal of Archaeological Science* 18, 293-317
- Ambrose S.H.*, 1993: Isotopic Analysis of Palaeodiets: Methodical and Interpretive considerations. IN: Sandford M.K. (ed.): Investigations of Ancient Human Tissue: Chemical Analysis in Anthropology. Gordon & Breach, Longhorne. 59-130
- Ambrose S.H. & Norr L.*, 1993: Experimental evidence for the relationship of the carbon isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate. IN: Lambert J.B. & Grupe G. (Hrsg.): Prehistoric Human Bone-Archaeology at the Molecular Level. Springer, Berlin 1-37
- Ambrose S.H., Butler B.M., Hanson D.B., Hunter-Anderson R.L. & Krueger H.W.*, 1997: Stable Isotopic Analysis of Human Diet in the Marianas Archipelago, Western Pacific. *American Journal of Physical Anthropology* 104, 343-361
- Angel J.L.*, 1947: The Length of Life in Ancient Greece. IN: Acsádi G. & Nemeskéri J., 1957: Paläodemographische Probleme am Beispiel des frühmittelalterlichen Gräberfeldes von Halimba-Cseres Kom. Veszprém/Ungarn. *Homo* 8, 133-148
- Angel L.J.*, 1969: The Bases of Paleodemography. *American Journal of Physical Anthropology* 30, 427-438
- Arnold K.*, 1986: Die Einstellung zum Kind im Mittelalter. IN: Herrmann B. (Hrsg.): Mensch und Umwelt im Mittelalter. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart, 53-64

- Asam T., Bösl C., Grupe G., Lösch S., Manhart H., Mekota A.-M. & Peters J., 2004:*  
Palaeoecosystem reconstruction and the Neolithic Transition in temperate climates.  
IN: Grupe G. & Peters J. (eds.): Conservation Policy and Current Research.  
Documenta Archaeobiologica 2, 97-137
- Aufderheide A.C. & Rodriguez-Martin C., 1998:* The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology.  
Cambridge University Press, Cambridge, New York
- Avenariova, I., 1970:* Anthropologische Analyse des Gräberfeldes von der Bratislavaer Burg.  
Acta Facultatis Rerum Naturalium Univ. Comenianae, Anthropologica 15, 181-190
- Bach H., 1965:* Zur Berechnung der Körperhöhe aus langen Gliedmaßenknochen weiblicher Skelette.  
Anthropologischer Anzeiger 29, 12-21
- Bach H. & Dušek S., 1971:* Slawen in Thüringen. Geschichte, Kultur und Anthropologie im 10. bis 12.  
Jahrhundert.  
Herrmann Böhlau Nachfolger
- Balasse M., Bocherens H. & Mariotti A., 1999:* Intra-bone Variability of Collagen and Apatite Isotopic  
Composition Used as Evidence of a Change of Diet.  
Journal of Archaeological Science 26, 593-598
- Balzer A., Gleixner G., Grupe G., Schmidt H.-L., Schramm S., Turban-Just S., 1997:* In Vitro Decompositions of  
Bone Collagen by Soil Bacteria: The Implications for stable Isotope Analysis in  
Archaeometry.  
Archaeometry 39/2, 415-429
- Bartucz L. & Farkas G., 1956:* Anthropologische Untersuchungen der in Csongrâd-Felgyö Gefundenen Skelette  
aus der Arpadenzeit.  
Acta Biologica Univ. Szeged 2, 235-261
- Bartucz L. & Farkas G., 1957:* Zwei Adorjaner Gräberfelder der Awarenzeit aus Anthropologischem  
Gesichtspunkte betrachtet.  
Acta Biologica, Tomus 3, Heft 1-2 (Nowa Series), 315-347
- Bauermeister W., 1967:* Die Skelettserie des fränkischen Gräberfeldes von Junkersdorf bei Köln. IN: LaBaume  
P. (Hrsg.): Das fränkische Gräberfeld bei Junkersdorf bei Köln.  
Verlag Gebr. Mann, Berlin 262-272
- Bay-Schuller R., 1976:* Die anthropologische Bearbeitung des menschlichen Skelettmaterials des fränkischen  
Friedhofs am Bernering in Basel. IN: Martin M. (Hrsg.): Das fränkische Gräberfeld  
von Basel-Bernering.  
Mainz, 317-355
- Behrend T., 1976:* Epidemiologische Vorbemerkung. IN: Mathies H. (Hrsg.): Aktuelle Rheumaprobleme 6  
München, 1976
- Bergner C., 1992:* Aktivitätsmuster im frühen Mittelalter - Ein Beitrag zur Alltagsgeschichte.  
Diplomarbeit München
- Beilner T., 2000:* Histomorphometrische Untersuchungen zur Osteoporosedisposition in frühmittelalterlichen  
Bevölkerungen. Dissertation, München
- Binder M., Uepermann A. & Henke W., 2006:* Enthesiopathien bei Früh- und Mittelholozänen menschlichen  
Skelettresten aus Wadi Shaw und Bung Et-Tuyur (Sudan) - ein Humanökologischer  
Interpretationsversuch.  
Anthropologie XLIII 2-3, 283-293
- Birbaumer N. & Schmidt R.F., 1991:* Biologische Psychologie  
Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York

- Blomquist H.E.*, 1953: Über die aus dem 5.-6. Jahrhundert n. Chr. Stammenden Knochenfunde von Kjeldamäki (im Kirchspiel Wöra, Süd-Ostbottnien, Finnland).  
Annales Academiae Scientiarum Fennicae. Serie A,5 Medica-  
Anthropologica 36, 29-56. Helsinki
- Bocherens H.*, 1997: Isotopic biogeochemistry as a marker of Neandertal diet.  
Anthropologischer Anzeiger 55, 101-120
- Bocherens H., Fizet M. & Mariotti A.*, 1994: Diet, physiology and ecology of fossil mammals inferred from stable carbon and nitrogen isotope biogeochemistry: implications for Pleistocene bears.  
Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 107, 213-225
- Bocquet-Appel J.-P.*, 1985: Small Populations: Demography and Paleoanthropological Inferences.  
Journal of Human Evolution 14, 683-691
- Bocquet-Appel J.-P. & Masset C.*, 1977: Estimateurs en Paléodémographie.  
L' Homme 17,4, 65-90
- Bocquet-Appel J.-P. & Masset C.*, 1982: Farewell to Paleodemography.  
Journal of Human Evolution 11, 321-333
- Bocquet-Appel J.-P. & Masset C.*, 1996: Paleodemography: expectancy and false hope.  
American Journal of Physical Anthropology 99, 571-583
- Bork H.-R., Bork H., Dalchow C., Faust B., Pierr H.-P. & Schatz T.*, 1998: Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa.  
Perthes, Gotha
- Bosl K.*, 1979: Die historische Funktion der Stadt Kelheim.
- Bösl C, Grupe G. & Peters J.*, 2006: A late neolithic vertebrate food web based on stable isotope analyses.  
International Journal of Osteoarchaeology 16/4, 296-315
- Brehme K.*, 2004: Die Therapie der Humerusschaftfraktur. Ergebnisse unter besonderer Berücksichtigung des UHN (Eine Studie am Patientengut der MLU-Halle-Wittenberg aus dem Zeitraum vom 01.01.1996-30.11.1999)  
Dissertation, Halle-Wittenberg
- Breitinger E.*, 1937: Zur Berechnung der Körperhöhe aus den langen Gliedmaßenknochen.  
Anthropologischer Anzeiger 14, 249-274
- Brockhaus F.A.*, 1997: Der Brockhaus in fünfzehn Bänden.  
F.A. Brockhaus Leipzig, Mannheim
- Brunner J.A.*, 1972: Die frühmittelalterliche Bevölkerung von Bonaduz.  
Diss. Sonderdruck aus der Schriftreihe des Rätischen Museums Chur. Heft 14. Zürich
- Bullough V. & Campbell C.*, 1980: Female Longevity and Diet in the Middle Ages.  
Speculum 55, 317-325
- Burkhardt A.*, 1985: Anthropologischer Vorbericht über die Skelettfund vom Kohlmarkt in Braunschweig.  
Stadtgrabung 21, 23-30
- Campbell N.A.*, 1997: Biologie.  
Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, Berlin, 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.  
American Journal of Physical Anthropology 71, 311-320

- Charlier Ch.*, 1979: Der mittelalterliche Nikolai-Friedhof von Schließwig.  
Diss. math. nat., Kiel
- Christlein R.*, 1971: Das alamannische Gräberfeld von Dirlewang bei Mindelheim.  
Bayrisches Landesamt für Denkmalpflege 25
- Cipriano-Bechtle A.*, 1994: Altern und Lebenserwartung in präindustriellen Bevölkerungen.  
Diplomarbeit, München
- Cipriano A.*, 2002: Cold stress in captive great apes recorded in incremental lines of dental cementum.  
*Folia primatologica* 73, 21-31
- Cipriano-Bechtle A., Grupe G. & Schröter P.*, 1996: Aging and life expectancy in the middle ages.  
*Homo* 46/3, 267-279
- Claassen H.*, 1989: Untersuchungen zur Anthropologie und Paläopathologie des Hallstattzeitlichen Menschen in der Oberpfalz.  
Dissertation München
- Condon K., Charles D. K., Cheverud J. M. & Buikstra J. E.*, 1986: Cementum annulation and age determination in homo sapiens. II. Estimates and accuracy.  
*American Journal of Physical Anthropology* 71, 321-330
- Cox M.*, 2001: Assessment of age at death and sex in the adult human skeleton. IN: Grupe G., Christiansen K., Schröder I. & Wittwer-Backofen U. (Hrsg.): Anthropologie. Ein einführendes Lehrbuch.  
Springer Verlag 2005
- Craig H.*, 1957: Isotopic standarts for carbon and oxygen and correction factors for mass spectrometric analysis of carbon dioxide.  
*Geochimica et Cosmochimica Acta* 12, 133-149
- Creel N.*, 1966: Die Skelettreste aus dem Reihengräberfriedhof Sontheim an der Brez.  
Veröffentlichungen des staatlichen Amtes für Denkmalpflege Stuttgart. Reihe A. Vor- und Frühgeschichte, Heft 11, 73-103. Stuttgart
- Creel N.*, 1967: Die menschlichen Skelettreste. IN: Paulsen P. (Hrsg.): Alamannische Adelsgräber von Niederstotzingen (Kreis Hildesheim).  
Veröffentlichungen des staatlichen Amtes für Denkmalpflege Stuttgart. Reihe A. Vor- und Frühgeschichte, Heft 12/II, 27-32
- Czarnetzki A., Uhlig C. & Wolf R.*, 1989: Menschen des Frühen Mittelalters im Spiegel der Anthropologie und Medizin.  
Württembergisches Landmuseum, Stuttgart.
- Czermak A.*, 2003: Anthropologische Analyse der Skelettfunde aus der Separatgrablege von Etting, Landkreis Ingolstadt.  
Diplomarbeit, München
- Czermak A. & Ledderose A.*, 2004: Getrennt und Gemeinsam – Zur Gesellschaftlichen Gliederung eines frühmittelalterlichen Separatfriedhofs. Erste Ergebnisse einer archäologisch-anthropologischen Synthese. IN: Grupe G. & Peters J. (Hrsg.): Conservation Policy and Current Research. *Documenta Archaeobiologiae* 2, 71-97
- Czermak A., Ledderose A., Strott N., Meier Th. & Grupe G.*, 2006: Social Structures and Social Relations - an archaeological and anthropological examination of Three early Medieval seprate graveyards in Bavaria.  
*Anthropologischer Anzeiger*
- Daim F.*, 1987: Das awarische Gräberfeld von Leobersdorf, NÖ Bd. 2  
Verlag der österreichischen Akademie der Wissenschaften; Wien

- Daim F. & Lippert A.*, 1984: Das awarische Gräberfeld von Sommerein am Leithagebirge, NÖ. Studien zur Archäologie der Awaren I. Verlag der österreichischen Akademie der Wissenschaften Bd. 170. Wien
- Darby H.C.*, 1977: Domesday England. Cambridge University Press.
- DeNiro J.M.*, 1985: Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. Nature 317, 806-809
- DeNiro M.J., Schoeninger M.J., Hastorf C.A.*, 1985: Effect of Heating on the Stable Carbon and Nitrogen Isotope Ratios of Bone Collagen. Journal of Archaeological Science 12, 1-7
- Deutsches Institut für Fernstudien, Universität Tübingen* (Hrsg.), 1990: Evolution des Menschen. Band 4: Evolution des Verhaltens- Biologische und ethnische Dimensionen. Kap. 2: Die Entwicklung von Fortpflanzungsstrategien im Verlauf der Hominisation. Tübingen.
- Diercke Weltatlas*, 1996; westermann
- Diez Ch. & May V.*, 1975: Stomatologisch-anthropologische Untersuchungen des Skelette des Frühmittelalterlichen Gräberfeldes Zöllnitz. Ausgrabungen und Funde, Bd. 20. Berlin
- Dittmann K. & Grupe G.*, 2000: Biochemical and palaeopathological investigations on weaning and infant mortality in the early Middle Ages. Anthropologischer Anzeiger 58, 345-355
- Drenhaus U.*, 1992: Methoden der Paläodemographie. IN: Anthropologie: Handbuch d. vergleichenden Biologie d. Menschen; zugl. 4. Aufl. d. Lehrbuchs d. Anthropologie, begr. von Rudolf Martin/ hrsg. von Rainer Knußmann in Verbindung mit Ilse Schwidetzky. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, New York. 602-616
- Dupras T.L. & Schwarcz H.P.*, 2001: Strangers in a Strange Land: Isotope Evidence for Human Migration in the Dakhleh Oasis, Egypt. Journal of Archaeological Science 28, 1199-1208
- Eibl F.*, 2001: Eine Grabung in der Pfarrkirche St. Laurentius in Zeholfing, Stadt Landau a.d. Isar - Ein Vorbericht. Vorträge des 19. Niederbayerischen Archäologentages. 219-241
- Eibl F.*, 2005: Zur Kenntnis altbayerischer alter- bis spätmittelalterlicher Bestattungen in und um Kirchen. Archäologische Arbeitsgemeinschaft Ostbayern/West- und Südböhmen. 14. Treffen 23. bis 26. Juni 2004 in Heřmaň bei Písek. Verlag Marie Leidorf GmbH Rahden/Westf. 2005
- Engel C. & Voland E.*, 1993: Evolution, Anpassung und Historische Verhaltensökologie. IN: Voland E. (Hrsg.): Evolution und Anpassung. 174-189. Stuttgart
- Engelhardt B.*, 1978: Archäologie am Rhein-Main-Donau-Kanal. Gewinne und Verluste. Ausgrabungsnotizen aus Bayern.
- Engelhardt B.*, 1980: Archäologisches zur früh- und hochmittelalterlichen Geschichte Kelheims. Ein Vorbericht. IN: Spindler K. (Hrsg.): Vorzeit zwischen Main und Donau. Neue archäologischen Forschungen und Funde aus Franken und Altbayern. Erlanger Forschungen Reihe A, Bd. 26
- Engelhardt B.*, 1987: Ausgrabungen am Main-Donau-Kanal. Archäologie und Geschichte im Herzen Bayerns. Rhein-Main-Donau-Aktiengesellschaft (Hrsg.). Leihdorf Verlag, 122-150

- Ennen E.*, 1986: Die Frau in der mittelalterlichen Stadt. IN: Herrmann B. (Hrsg.): Mensch und Umwelt im Mittelalter.  
Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart, 35-52
- Éry K.K.*, 1966: The osteological data of the 9<sup>th</sup> century population of Artánd.  
Anthrop. Hung. 7, 85-114
- Éry K.K.*, 1968: Reconstruction on the tenth century population of Sárbogárd on the basis of Archaeological and anthropological data.  
Alba regia, Annales Musei Stephani Regis, Bd. 8-9, 93-148. Székesfehérvár.
- Éry K.K.*, 1973: Anthropological data to the late-roman population at Pécs, Hungary.  
Anthrop. Hung. 12, 63-114
- Esenwein-Rothe I.*, 1982: Einführung in die Demographie.  
Steiner
- Etter H.-U. & Schneider J.*, 1980: Ein frühmittelalterliches Gräberfeld an der Spiegelgasse in Zürich.  
Jahrbuch der Schweiz. Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte, Bd.63, Separatum.
- Faber A.*, 2001: Degenerative Gelenkveränderungen in der spätmittelalterlichen Bevölkerung von Bernau (Brandenburg) im Vergleich zu frühzeitlichen Bevölkerungen.  
Diplomarbeit, Berlin
- Fabrizii S. & Reuer E.*, 1975-1977: Die Skelette aus dem frühmittelalterlichen Gräberfeld von Pitten, p. B. Neunkirchen.  
Sonderdruck aus: Mitteilungen der Prähistorischen Kommission der österreichischen Akademie der Wissenschaften, Bd. 17 und 18, 175-233. Wien 1975-1977
- Fehring G.P.*, 1987: Beitragsmöglichkeiten der Archäologie zu Fragen der Bevölkerungsentwicklung und ihrer Voraussetzungen im Mittelalter. IN: Herrmann B. & Sprandel R. (Hrsg.):  
Determinanten der Bevölkerungsentwicklung im Mittelalter.  
Acta humaniora, 73-90
- Ferembach D., Schwidetzky I. & Stloukal M.*, 1979: Empfehlungen für die Alters- und Geschlechtsdiagnose am Skelett.  
Homo 30,2, 1-32
- Fischer Th.*, 1993: Das bajuwarische Reihengräberfeld von Staubing. Studien zur Frühgeschichte im bayerischen Donaauraum.  
Verlag Michael Lassleben Kallmütz/OPF.
- Fischhaber G.*, 1988: Der frühmittelalterliche (6./7. Jhdt.) fränkische Reihengräberfriedhof aus Eggolsheim.  
Diplomarbeit, München
- Fizet M., Mariotti A., Bocherens H., Lange-Badre B., Vandermeersch B., Borel J.P. & Bellon G.*, 1995: Effect of Diet, Physiology and Climate on Carbon and Nitrogen Stable Isotopes of Collagen in a Late Pleistocene Anthropogenic Palaeoecosystem: Marillac, Charente, France.  
Journal of Archaeological Science 22, 67-79
- Fogl J.G. & Mosby H. S.*, 1978: Aging grey squirrels by cementum annuli in razor sectioned Teeth.  
Journal of Wildlife Management 42, 444-448
- Fremersdorf F.*, 1955: Das fränkische Gräberfeld von Köln Müngersdorf.  
Walter De Gruyter & Co Berlin
- Fuchs U.*, 1980: Anthropologische Untersuchung der bajuwarischen Skelettserie von Rudelsdorf (Oberösterreich) - unter besonderer Berücksichtigung chemischer Verfahren zur Alters- und Geschlechtsbestimmung.  
Diplomarbeit am Fachbereich Biologie der Universität Mainz.

- Gasaway C., Harkness D. B., & Rausch R. A.*, 1978: Accuracy of moose age determination from incisor cementum layers.  
Journal of Wildlife Management 42, 558-563
- Gáspár J.*, 1931: Gepidengräber in Ungarn. IN: Mitteilungen der anthropologischen Gesellschaft in Wien. Bd. 61, 285-291
- Gaugler P.*, 2006: Mobilität und Mortalität im Frühmittelalter: Anthropologische Analyse zweier merowingerzeitlicher Separatgrablagen.  
Diplomarbeit, München
- Gejvall N.G.*, 1960: Westerhus. Lund
- Gerhardt K.*, 1975: Lauterhofen. Zur Anthropologie des Reihengräberfeldes in der Flur „Geissäcker“ und des Friedhofs bei St. Martin.  
Prähistorische Staatssammlung München. München
- Geyer E.*, 1931: III. Die anthropologischen Funde. IN: Caspart J. & Geyer E.: Ein frühgeschichtliches Gräberfeld bei Pottschach.  
Mitteilungen der anthropologischen Gesellschaft in Wien. Bd. 61, 169-191
- Gilbert B.M. & McKern T.W.*, 1973: A Method for Aging the Female Os pubis.  
American Journal of Physical Anthropology 38, 1-38
- Graw M.*, 2001: Morphometrische und morphognostische Geschlechtsdiagnostik an der menschlichen Schädelbasis.  
Research in Legal Medicine 26, 103-121
- Gregor H.-J.*, 1971: Frühmittelalterliches Skelettmaterial aus Pfaffenhofen, Oberinntal.  
Veröffentlichungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum. Bd. 51, 49-78
- Gregor H.-J. & Unger H.J.*, 1983: Der Friedhof von Sandau.  
Documenta naturae 7
- Grimm H.*, 1963: Slawenzeitliche Menschenreste auf Rügen.  
Greifswald-Stralsunder Jahrbuch 2, 21-30
- Großkopf B.*, 1988: Möglichkeiten der Altersdiagnose an bodengelagerten menschlichen Zähnen durch Bestimmung der Zuwachsringe im Zement.  
Diplomarbeit, Göttingen
- Großkopf B.*, 1989: Incremental lines in prehistoric cremated teeth.  
Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie 77, 309-311
- Großkopf B.*, 1990: Individualaltersbestimmung mit Hilfe von Zuwachsringen im Zement bodengelagerter menschlicher Zähne.  
Zeitschrift für Rechtsmedizin 103, 351-359
- Grue H. & Jensen B.*, 1979: Review of the formation of incremental lines in tooth cementum of terrestrial mammals.  
Danish Review of Game Biology 11, 1-48
- Grube G.*, 1985: Ein deduktives Modell für die historische Anthropologie – Beiträge zu einem ökosystemorientierten Interpretationsraster.  
Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie 75, 189-195
- Grube G.*, 1986: Umwelt und Bevölkerungsentwicklung im Mittelalter. IN: Herrmann B. (Hrsg.): Mensch und Umwelt im Mittelalter.  
Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart, 24-34

- Grupe G.*, 1990: Sozialgruppenabhängiges Nahrungsverhalten im frühen Mittelalter am Beispiel der Skelettserie von Altenerding, Ldkr. Erding, Bayern (5.-7. Jahrhundert). *Anthropologischer Anzeiger* 48, 365-374
- Grupe G.*, 1995a: Zur Ätiologie der Cribra orbitalia: Auswirkungen auf das Aminosäureprofil im Knochenkollagen und den Eisengehalt des Knochenminerals. *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie* 81, 125-137
- Grupe G.*, 2003: Stable Nitrogen Isotope Analysis of Archaeological Human Bone from Medieval Times. IN: Noël R., Paquay I. & Sosson J.-P. (eds.): *Au-Delà De L'Écrit. Les hommes et leurs vécus matériels au Moyen Âge à la lumière des sciences et des techniques. Nouvelles Perspectives.* Brepols, 281-294
- Grupe G., Mikić Z., Peters J. & Manhart H.*, 2003a: Vertebrate food webs and subsistence strategies of Mesolithic and Neolithic populations of Central Europe. IN: Grupe G. & Peters J. (Hrsg.): *Decyphering ancient Bones. The research potential of bioarchaeological collections.* Documenta Archaeobiologica 1, 193-213
- Grupe G., Christiansen K., Schröder I. & Wittwer-Backofen U.*, 2005: *Anthropologie. Ein einführendes Lehrbuch.* Springer Verlag
- Gyenis G.*, 1968: Die Untersuchung des anthropologischen Materials des Văcer Gräberfeldes aus dem VIII-IX. Jahrhunderten. *Annales, Secti Biologica, Tomus 9-10, Budapest* 151-188
- Hanáková H.*, 1969: Eine anthropologische Analyse der slawischen Skelette aus dem Burgwall von Libice nad Cidlinou. *Anthropologie* 7, 3-30
- Hanáková H.*, 1971: Die slawische Begräbnisstätte aus Bílina. Anthropologische Analyse. *Anthropologie* 9/2, 111-128
- Handwörterbuch des deutschen Aberglaubens*, 1987: Bächthold-Stäubli H. (Hrsg.) unter Mitwirkung von Hoffmann-Krayer E.; Walter de Gruyter, Berlin, New York
- Harbeck M.*, 2006: Molekulargenetische Parameter liegemilieubedingter Knochenalterung - Implikationen für die biologische Spurenkunde. Dissertation, München
- Hauser G. & DeStefano G.F.*, 1989: Epigenetic Variants of the Human Skull. IN: Grupe G., Christiansen K., Schröder I. & Wittwer-Backofen U. (Hrsg.): *Anthropologie. Ein einführendes Lehrbuch.* Springer Verlag 2005
- Helmuth H.*, 1966: Die menschlichen Skelettfunde des mittelalterlichen Gertrudfriedhofs in Kiel. *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie* 57, 272-298
- Helmuth H.*, 1970: Zur Paläodemographie der völkerwanderungszeitlichen Skelettserie von Altenerding bei München. *Homo* 21, 85-88
- Henning F.-W.*, 1996: *Landwirtschaft und ländliche Gesellschaft in Deutschland. Band 1. 800-1750.* UTB für Wissenschaft Schöningh
- Herbst H.*, 2004: Paläodemographische Studie zweier mittelalterlicher Skelettserien anhand des Zahnzementes. Diplomarbeit, München
- Herlihy D.*, 1975: Life Expectancies for Women in Medieval Society. IN: Morewedge R.T. (ed.): *The Roll of Women in the Middle Ages.* London, Sydney, Auckland, Toronto, 1-22

- Herlihy D.*, 1978: Medieval Children. IN: Sullivan R.E. et al. (eds.): Essays on Medieval Civilization. The Walter Prescott Webb Memorial Lectures. Austin, London 109-141
- Herlihy D.J.*, 1980: Attitudes toward the environment in Medieval Society. IN: Bilsby L.J. (ed.): Historical ecology. Port Washington, New York, London, 100-116
- Herrmann B.*, 1987: Anthropologische Zugänge zu Bevölkerung und Bevölkerungsentwicklung im Mittelalter. IN: Herrmann B. & Sprandel R. (Hrsg.): Determinanten der Bevölkerungsentwicklung im Mittelalter. Acta humaniora, 55-72
- Herrmann B.*, 1994: Archäometrie. Naturwissenschaftliche Analyse von Sachüberresten. Springer Verlag
- Herrmann B. & Grupe G.*, 1986: Empirische Grundlagen zur Rekonstruktion von Lebensbedingungen der Frauen im Mittelalter. IN: Affeld W. & Kuhn A (Hrsg.): Frauen in der Geschichte VII. Interdisziplinäre Studien zur Geschichte der Frauen im Frühmittelalter. Methoden-Probleme-Ergebnisse. Geschichtsdidaktik, Studien, Materialien 39, 44-52 Schwann, Düsseldorf
- Herrmann B., Grupe G., Hummel S., Piepenbrink H. & Schutkowski H.*, 1990: Prähistorische Anthropologie - Leitfaden der Feld- und Labormethoden. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York
- Hertrich I.*, 1982: Die menschlichen Skelette aus dem Bajuwarischen Gräberfeld von München-Aubing. Diplomarbeit, München
- Hitzeroth H.W.*, 1963: A morphogenetic study of the Alemanne skeletons exhumed at Schretzheim (Germany), with special reference to the skull. M. Sc. Diss., Pretoria
- Hocke G.*, 1980: Osteologische und vergleichende Bearbeitung der frühmittelalterlichen Bevölkerung von Gusen (Oberösterreich) unter besonderer Berücksichtigung chemischer Verfahren zur Alters- und Geschlechtsdiagnose. Diplomarbeit am Fachbereich Biologie der Universität Mainz
- Hoefs J.*, 1997: Stable Isotope Geochemistry. IN: Grupe G., Christiansen K., Schröder I. & Wittwer-Backofen U. (Hrsg.): Anthropologie. Ein einführendes Lehrbuch. Springer Verlag 2005
- Hollnagel A.*, 1962: Das slawische Körpergräberfeld von Gustävel, Kreis Sternberg in Mecklenburg. Bodendenkmalpflege in Mecklenburg. Jahrbuch 1962, 127-168. Schwerin
- Hoppa R.D. & Vaupel J.W.*, 2002: The Rostock Manifesto for paleodemography. In: Hoppa R.D. & Vaupel J.W. (eds.). Paleodemography age distributions from skeletal samples. Cambridge University Press, 1-9
- Hotz G.*, 2004: Cribra orbitalia, Schmelzhyoplasie und Lebenserwartung der 20jährigen als sozial- und geschlechtsspezifische Stressindikatoren bezüglich der Gesundheitssituation einer frühmittelalterlichen Bevölkerung. Anthropologischer Anzeiger 62, 291-299
- Huber N.M.*, 1967: Anthropologische Untersuchungen an den Skeletten aus dem alamannischen Reihengräberfeld von Weingarten, Kreis Ravensburg. Dissertation, Tübingen
- Hügenell-Reinhardt I.*, 1989: Das frühmittelalterliche Reihengräberfeld von Dittenheim. Ein Beitrag zur Bevölkerungsgeschichte des süddeutschen Raumes. Diplomarbeit München

- Hühne-Osterloh G.*, 1997: Pathologische und subpathologische Befunde von Kindern und Jugendlichen des Skelettkollektivs von Schleswig, Ausgrabung Rathausmarkt. - Ausgrabungen in Schleswig, Berichte und Studien, Band 12, Wachholz Verlag, Neumünster, 211-236
- Hundsichler H.*, 1988: Alltag um 1000? - Die Welt der adeligen Familie. IN: von Gurk H. (Hrsg.): Ausstellung auf Schloss Strassburg/Kärnten. 14. Mai bis 26. Oktober 1988. Universitätsverlag Carinthia, Klagenfurth, 24-29
- Hunger H. & Leopold D.*, 1978: Identifikation. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York
- Iacumin P., Bocherens H., Mariotti A. & Longinelli A.*, 1996 a: An isotopic palaeoenvironmental study of human skeletal remains from the Nile Valley. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 126, 15-30
- Igling*: [www.igling.de](http://www.igling.de); letzter Zugriff: 08.10.2006
- Jäger H.*, 1987: Determinanten der mittelalterlichen Bevölkerungsentwicklung aus historisch- geographischer Sicht. IN: Herrmann B. & Sprandel R. (Hrsg.): Determinanten der Bevölkerungsentwicklung im Mittelalter. Acta humaniora, 91-108
- Janssen W.*, 1991: Landnahme und Landesausbau. Varianten für Umweltgestaltung. Saeculum 42, 281-298
- Kagerer P.*, 2000: Die Zahnzementzuwachsringe – Stumme Zeugen oder dechiffrierbare Annalen in der Paläopathologie, Paläodemographie und Rechtsmedizin. Dissertation, München
- Kagerer P. & Grupe G.*, 2001a: 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
- Kagerer P. & Grupe G.*, 2001b: On the validity of individual age-at-death diagnosis by incremental line counts in human dental cementum. Technical considerations. Anthropologischer Anzeiger 59, 331-342
- Katzenberg M.A. & Weber A.*, 1999: Stable isotope ecology and palaeodiet in the Lake Baikal region of Siberia. Journal of Archaeological Science 26, 651-659
- Kaufmann B. & Schoch M.*, 1983: Ried/Mühlehölzli. Ein Gräberfeld mit frühmittelalterlichen und hallstattzeitlichen Bestattungen. Anthropologie. Freiburger Archäologie, 1b Freiburg (Universitätsverlag Freiburg Schweiz)
- Kay R. F., Rasmussen D. T. & Beard K. Ch.*, 1984: Cementum annulus counts provide a means for age determination in *Macaca mulatta* (Primates, Anthrooidea) Folia primatologica 42, 85-95
- Keil G.*, 1986: Seuchenzüge im Mittelalter. IN: Herrmann B. (Hrsg.): Mensch und Umwelt im Mittelalter. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart, 109-128
- Keiss R. E.*, 1969: Comparison of eruption-wear patterns and cementum annuli as age criteria in elk. Journal of Wildlife Management 33, 175-180
- Kelheim*: [www.kelheim.de](http://www.kelheim.de); Letzter Zugriff: 08.10.2006
- Koch P.L., Fogl M.L. & Tuross N.*, 1994: Tracing the diets of fossil animals using stable isotopes. IN: Lajtha K. & Michner R.H. (eds.): Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 63-92
- Koch P.L., Tuross N. & Fogl M.L.*, 1997: The Effects of Sample Treatment and Diagenesis on the Isotopic Integrity of Carbonate in Biogenic Hydroxylapatite. Journal of Archaeological Science 24, 417-429

- Kölbl S.*, 2004: Das Kinderdefizit im frühen Mittelalter - Realität oder Hypothese? - Zur Deutung demographischer Strukturen in Gräberfeldern.  
Dissertation, Tübingen
- Konigsberg L.W. & Frankenberg S.R.*, 1992: Estimates of age structure in anthropological demography.  
*American Journal of Physical Anthropology* 89, 235-256
- Konigsberg L.W. & Frankenberg S.R.*, 2002: Deconstructing Death in Paleodemography.  
*American Journal of Physical Anthropology* 117, 297-309
- Konigsberg L.W. & Herrmann N.P.*, 2002: Markov chain Monte Carlo estimation of hazard model parameters in paleodemography. IN: Hoppa R.D. & Vaupel J.W. (eds.): *Paleodemography age distributions from skeletal samples*.  
Cambridge University Press, 222-242
- Kramp P.*, 1939: Die bajuwarischen Reihengräberskelette vom Riegeranger in München-Giesing.  
*Anthropologischer Anzeiger* 15, 162-204
- Kronfeld R.*, 1938: The biology of cementum.  
*Journal of the American Dental Association* 25, 1451-1461
- Krueger H.W. & Sullivan C.H.*, 1984: Models of Carbon Isotope Fraction Between Diet and Bone. IN: Turnland J.F. & Johnson P.E. (eds.): *Stable Isotope Nutrition*, ACS Symposium Series 258,  
American Chemical Society, 205-220
- Kunter M.*, 1974: Über das Vorkommen von Knochenbrüchen im Bereich des Unterarms bei Skelettfunden.  
*Homo* 25, 78-96
- Kunter M.*, 1974: Frühkarolingische Skelettreste vom Zullestein, Gem. Nordheim, Lkr. Bergstraße  
*Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie* 65, 305-323
- Lajtha K. & Marshall J.D.*, 1994: Source of variation in stable isotopic composition of plants. IN: Lajtha K. & Michener R.H. (eds.): *Stable Isotopes in ecology and environmental science*.  
Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1-21
- Langenscheidt F.*, 1985: *Methodenkritische Untersuchungen zur Paläodemographie am Beispiel zweier fränkischer Gräberfelder*.  
Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung, Wiesbaden.
- Larsen C.S.*, 1997: *Bioarchaeology. Interpreting Behavior from the Human Skeleton*. IN: Grupe G., Christiansen K., Schröder I. & Wittwer-Backofen U. (Hrsg): *Anthropologie. Ein einführendes Lehrbuch*.  
Springer Verlag 2005
- Lee-Thorp J.A., Sealy J.C. & van der Merwe N.J.*, 1989a: Stable Carbon Isotope Ratio Differences Between Bone Collagen and Bone Apatite, and their Relationship to Diet.  
*Journal of Archaeological Science* 16, 585-599
- Lee-Thorp J.A. & van der Merwe N.J.*, 1991: Aspects of the Chemistry of Modern and Fossil Biological Apatites.  
*Journal of Archaeological Science* 18, 343-354
- Lee-Thorp J.A., van der Merwe N.J. & Brian C.K.*, 1994: Diet of *Australopithecus robustus* at Swartkrans from stable carbon isotopic analysis.  
*Journal of Human Evolution* 27, 361-372
- Lexikon des Mittelalters*, 1981: Band II; München
- Lieberman D. E.*, 1993: Life history variables preserved in dental cementum microstructure.  
*Science* 261, 1162-1164

- Lieberman D. E.*, 1994: The biological basis for seasonal increments in dental cementum and their application to archaeological research.  
Journal of Archaeological Science 21, 525-539
- Lindskog S., Blomlöf L. & Hammarström L.*, 1987: Comparative effects of parathyroid hormone on osteoblasts and cementoblasts.  
Journal of Clinical Periodontology 14, 386-389
- Linhart S. B. & Knowlton F. F.*, 1967: Determining age of coyotes by tooth cementum layers.  
Journal of Wildlife Management 31, 362-365
- Liptisch A.*, in Vorb.: Ursachen der appositionellen Bildung im Zahnzement.  
Diplomarbeit, München
- Lipták P.*, 1961: Germanische Skelettreste von Hács-Béndekpuzta aus dem 5. Jhd.  
Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae. Tomus 13. Budapest 231-246
- Lipták P. & Farkas G.*, 1967: Anthropological examination of the Arpadian age population of Szatymaz (10<sup>th</sup> to 12<sup>th</sup> centuries).  
Acta Biologica, Tomus 8, Heft 1-2, 71-119. Szeged
- Longinelli A.*, 1984: Oxygen isotopes in mammal bone phosphate: A new tool for paleohydrological and paleoclimatological research?  
Geochimica et Cosmochimica Acta 48, 385-390
- Lotterhof E.*, 1973: The anthropological investigation of the tenth century population excavated at Nagytarcsa.  
Anthrop. Hung. 12, 41-62
- Love B. & Müller H.-G.*, 2002: A solution to the problem of obtaining a mortality schedule for paleodemographic data. IN: Hoppa R.D. & Vaupel J.W. (eds.): Paleodemography age distributions from skeletal samples.  
Cambridge University Press, 181-192
- Lovejoy C.O., Meindl R.S., Mensforth R.P. & Barton T.J.*, 1985: Multifactorial Determination of Skeletal Age at Death: a method and blind tests of its accuracy.  
American Journal of Physical Anthropology 68, 1-14
- Lösch S.M.*, 2003: Nahrungsnetze im frühneolithischen Nevali Cori - Rekonstruktion mittels stabiler C-, N- und O-Isotope in archäologischen Skelettfunden.  
Diplomarbeit, München
- Lösch S.M.*, in Vorb.: Anthropologische Bearbeitung eines mittelalterlichen Gräberfeldes (Petersberg, Ldk. Rosenheim) in Bezug auf Umwelt-, Wirtschafts- und Sozialgeschichte.  
Dissertation, München
- Lynnerup N., Schulz M., Madelung A. & Graw M.*, 2006: Diameter of the human internal acoustic meatus and sex determination.  
International Journal of Osteoarchaeology 16/2, 118-123
- Malán M.*, 1953: Zur Anthropologie des langobardischen Gräberfeldes von Värpalota. IN: Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici, Tomus 3, 257-275. Budapest
- Marsik A.*, 1967: Analysis of the anthropological material of the 10-11<sup>th</sup> century cemetery in Aldebrä-Mocsáros.  
Acta Biologica Szeged 13 (3-4), 163-174
- Mariotti A.*, 1983: Atmospheric nitrogen is a reliable standard for natural <sup>15</sup>N abundance measurements.  
Nature 303, 685-687
- Marks S. A. & Erickson A. W.*, 1966: Age determination in the black bear.  
Journal of Wildlife Management 30, 389-410

- Mays S.*, 2000: New Directions in the Analysis of Stable Isotopes in Excavaed Bones and Teeth. IN: Cox M. & Mays S. (eds.): Human Osteoloy, Archaeology and Forensic Science. Greenwich edical Media Ltd., 425-438
- McCormick M.*, 2001: Origins of the European economy. Communications and commerce AD 300-900. Cambridge University Press, Cambridge
- McEwan E. H.*, 1963: Seasonal annuli in the cementum of the teeth of barren ground caribou. Canadian Journal of Zoology 41, 111-113
- McKinney A.R., McCrea J.M., Epstein S., Allen H.A. & Ureg H.C.*, 1950: Improvements in mass spectrometry for the measurements of small differences in isotope abundance ratios. Review of Scientific Instruments 21; 724-730
- Meier Th.*, 2003: VolksawagenStiftung Förderantrag im Programm „Nachwuchsförderung in der fächerübergreifenden Umweltforschung“: „Ökosystem, Sozialstruktur und Wirtschaftsweise im mittelalterlichen Altbaiern“.
- Meier Th.*, 2004: Ökosystem, Sozialstruktur und Wirtschaftsweise im mittelalterlichen Altbaiern. Archäologisches Nachrichtenblatt 9, 62-67
- Meier Th.*, 2005: 2. Zwischenbericht zum Projekt „Ökosystem, Sozialstruktur und Wirtschaftsweise im mittelalterlichen Altbaiern“.
- Meier Th. & Eibl F.*, in Vorb.: Leben an Donau und Lech. Die mittelalterlichen Siedlungen von Kelheim-Kanal I und Igling bei Landsberg.
- Mekota A.M., Grupe G., Ufer S. & Cuntz U.*, 2006: Serial analysis of stable nitrogen and carbon isotopes in hair: Monitoring starvation and recovery phases of patients suffering from anorexia nervosa. Rapia Communication in Mass Spectrometry, im Druck
- Mérinsky Z. & Stloukal M.*, 1983: Anthropologicky Material ze Slovanakehopohrebiste ve velkych Bilovicich. IN: Casopis Navodniho Muzea, 152/4
- Méry A.*, 1968: Le cimetièrre mérovingien de Blussangeaux (Doubs): Étude anthropologique. Ann. Littéraires de l'Université der Besançon 94 (Archéologie 21).
- Møller-Christensen V.*, 1986: Umwelt im Spiegel der Skelettreste von Kloster Aebelholt. IN: Herrmann B. (Hrsg.): Mensch und Umwelt im Mittelalter. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart. 129-139
- Morris P.*, 1972: A review of mammalian age determination methods. Mammal Review 2, 69-104
- Mortimer C.E.*, 1996: Chemie. Das Basiswissen der Chemie. 6. Aufl. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York
- Mueller U.*, 2006: Methoden und Modelle der Demographie. [www.berlin-institut.org/pdfs/Mueller\\_Methoden.pdf](http://www.berlin-institut.org/pdfs/Mueller_Methoden.pdf); letzter Zugriff: 22.3.2006
- Nemeskéri J.*, 1972: Die archäologischen und anthropologischen Voraussetzungen paläodemographischer Forschungen. Prähistorische Zeitschrift 47, 5-46
- Nemeskéri J., Harsányi L. & Acsádi G.*, 1960: Methoden zur Diagnose des Lebensalters von Skelettfunden. Anthropologischer Anzeiger 24, 70-95

- Nerlich A.G., Rohrbach H., Szeimies U. & Zink A., 2002:* Krankhafte Befunde an Kinder- und Erwachsenenmumien aus dem alten Ägypten. Eine paläoanthropologische Studie. 2. Traumafolgen, metabolische Knochenstörungen, Tumoren und Infektionskrankheiten sowie mögliche therapeutische Maßnahmen.  
Tägliche Praxis 43, 351-365  
Hans Marseille Verlag GmbH, München
- Novakowski M. S., 1965:* Cemental deposition as an age criterion in bison, and the relation of incisor wear, eye-lens weight, and dressed bison carcass weight to age.  
Canadian Journal of Zoology 43, 173-178
- Online Isotopes in Precipitation Calculator: <http://wateriso.eas.purdue.edu/waterisotopes>; letzter Zugriff: 08.10.2006
- Paine R.R., 1989:* Model Life Table Fitting by Maximum Likelihood Estimation: A Procedure to Reconstruct Paleodemographic Characteristics From Skeletal Age Distributions.  
American Journal of Physical Anthropology 79, 51-61
- Palloni A. & Tienda M., 1986:* The effects of breastfeeding and pece of childbearing on mortality at early ages.  
Demography 23, 31-52
- Pearson K., 1899:* Mathematical contributions to the theory of evolution. V. On the reconstruction of the stature of prehistoric races. IN: Herrmann B., Grupe G., Hummel S., Piepenbrink H. & Schutkowski H. (Hrsg.): Prähistorische Anthropologie. Leitfaden der Feld- und Labormethoden.  
Springer Verlag, 1990
- Perizonius W.R.K., 1984:* Closing and non-closing sutures in 356 crania of known age and sex from Amsterdam (A.D. 1883-1909).  
Journal of Human Evolution 13, 201-216
- Pilloud S., 2004:* Lässt sich mittels der Altersbestimmung anhand des Zahnzementes auch bei älteren Individuen ein signifikanter Zusammenhang zwischen histologischem und reellem Alter finden?  
Anthropologischer Anzeiger 62, 231-239
- Platzer W., 2003:* Taschenatlas der Anatomie. 1. Bewegungsapparat.  
Thieme Verlag Stuttgart, 8.Auflage
- Pschyrembel, 2004:* Klinisches Wörterbuch. Bearbeitet von der Wörterbuchredaktion des Verlags unter der Leitung von Helmut Hildebrandt. 260. neu bearbeitete Auflage.  
Springer Verlag
- Radlanski R. J., 1997:* Mikromorphologie der menschlichen Zähne. IN: Alt K. W. & Türp J. C. (Hrsg.): Die Evolution der Zähne. Phylogenie – Ontogenie - Variationen. Quintessenz Verlags-GmbH Berlin Chicago London
- Ransom A. B., 1966:* Determining age of white- tailed deer from layers in cementum of molares.  
Journal of Wildlife Management 30, 197-199
- Reith R., 1990:* Lexikon des alten Handwerks. Vom späten Mittelalter bis ins 20. Jahrhundert.  
Verlag C.H. Beck
- Renz H. & Radlanski R.J., 2006:* Incremental lines in root cementum of human teeth. - A reliable age marker?  
Homo 57, 29-50
- Rösing F.-W., 1975:* Die fränkische Bevölkerung von Mannheim-Voglstang (6.-7. Jhdt.) und die merowingerzeitl. Germanengruppe Europas.  
Dissertation, Hamburg
- Rösing F.-W. & Schwidetzky I., 1977:* Vergleichend-statistische Untersuchungen zur Anthropologie des frühen Mittelalters (500-1000 n.d.Z.).  
Homo 28, 65-116

- Rösing F.-W. & Schwidetzky I.*, 1981: Vergleichend-statistische Untersuchungen zur Anthropologie des Hochmittelalters (1000-1500 n.d.Z.).  
Homo 32, 211-251
- Saunders S.R. & Barrans L.*, 1999: What can be done about the infant category in skeletal samples? In: Hoppa R.D. & Fitzgerald C.M. (eds.): Human Growth in the past.  
Cambridge University Press, 183-209
- Schaefer U.*, 1963: Anthropologische Untersuchung der Skelette von Haithabu.  
Karl Wachholtz Verlag Neumünster
- Schafberg R.*, 1995: Gladbeck - ein frühmittelalterliches Reihengräberfeld aus Niedersachsen.  
Anthropologischer Anzeiger 53, 255-262
- Scheuer L. & Black S.*, 2000: Developmental Juvenile Osteology.  
Academic Press San Diego, San Francisco, New York
- Schmidt M.*, 1982: Rheumatische Erkrankungen und körperliche Belastungen am Arbeitsplatz. IN: Schmidt M., Müller R., Volz F.R., Funke U. & Weiser R. (Hrsg.): Arbeit und Gesundheitsgefährdung. Materialien zur Entstehung und Bewältigung arbeitsbedingter Erkrankungen.  
SWI Studienhefte 2, 27-61  
Haag & Herchen Verlag
- Schmorl G. & Junghans H.*, 1968: Die gesunde und die kranke Wirbelsäule im Röntgenbild.  
Thieme Verlag
- Schneider J. & Etter H.-U.*, 1979: Das frühmittelalterliche Gräberfeld am St.-Peter-Hügel in Zürich.  
Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte, Bd. 36, Heft 1
- Schoeninger M.J. & DeNiro M.J.*, 1984: Nitrogen and carbon isotopic compositions of bone collagen from marine and terrestrial animals.  
Geochimica et Cosmochimica Acta 48, 625-639
- Schoeninger M.J., Kohn M.J. & Valley J.W.*, 2000: Tooth Oxygen Isotope Ratios As Paleoclimate Monitors In Arid Ecosystems. IN: Ambrose S.H. & Katzenberg M.A. (eds.): Biogeochemical Approaches to Paleodietary Analysis. Kluwer Academic, Plenum Publishers. 117-140.  
New York 2000
- Schott L.*, 1963: Zur Paläodemographie der hochmittelalterlichen Siedlung von Reckahn.  
Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift, 132-142. Berlin
- Schroeder H. E.*, 1986: The periodontium. Handbook of microscopic anatomy. Oksche, A. & Vollrath, I. (Eds.).  
Vol. V/5 Springer Verlag Berlin
- Schroeder H. E.*, 1987: Orale Strukturbiologie. Thieme Verlag Stuttgart
- Schroeder H. E.*, 1992a: Biological problems of regenerative cementogenesis: synthesis and attachment of collagenous matrices on growing and established root surfaces.  
International Review of Cytology 142,1-59
- Schultz M.*, 1978: Ergebnisse der paläopathologischen Untersuchung an den menschlichen Skeletten aus dem merowingerzeitlichen Reihengräberfeld von Kleinlangheim. IN: Peschek Ch.: Das fränkische Reihengräberfeld von Kleinlangheim, Lkr. Kitzingen/Nordbayern.  
Germanische Denkmäler der Völkerwanderungszeit, Serie A, Band 17, 177-213  
Verlag Philipp von Zabern, Mainz
- Schultz M.*, 1988: Paläopathologische Diagnostik. IN: Anthropologie: Handbuch d. vergleichenden Biologie d. Menschen; zugl. 4. Aufl. d. Lehrbuchs d. Anthropologie, begr. von Rudolf Martin/  
hrsg. von Rainer Knußmann in Verbindung mit Ilse Schwidetzky. Gustav Fischer Verlag Stuttgart New York 480-496

- Schultz M.*, 1998: Ergebnisse der paläopathologischen Untersuchung an den menschlichen Skeletten aus dem merowingischen Reihengräberfeld von Kleinlangheim. IN: Pescheck C. (Hrsg.): Das fränkische Reihengräberfeld von Kleinlangheim, Lkr. Kitzingen/Nordbayern. Verlag Philipp von Zabern, Mainz am Rhein. 177-213
- Schumacher G. H., Schmidt H., Börnig H. & Richter W.*, 1990: Anatomie und Biochemie der Zähne. Gustav Fischer Verlag Stuttgart New York
- Schutkowski H.*, 1990: Zur Geschlechtsdiagnose von Kinderskeletten. Morphognostische, metrische und diskriminanzanalytische Untersuchungen. Dissertation, Göttingen
- Schutkowski H.*, 1991: Differentielle Sterblichkeit im Kindesalter. Zugänge und mögliche Ursachen am Beispiel einer mittelalterlichen Skelettserie. Archäologische Informationen 14/2, 195-205
- Schwarcz H.P. & Schoeninger M.J.*, 1991: Stable isotope analyses in human nutrial ecology. Yearbook of Physical Anthropology 34, 238-321
- Schwidetzky I.*, 1957: Zur Bevölkerungsbiologie der spanischen Westgoten. Homo 8, 157-165
- Schwidetzky I.*, 1967: Sonderbestattungen und ihre paläodemographische Bedeutung. Homo 16, 230-247
- Sillen A.*, 1989: Diagenesis of the inorganic phase of cortical bone. IN: Price T.D. (ed.): The Chemistry of Prehistoric Human Bone. Cambridge University Press, Cambridge, 211-225
- Simon C.*, 1982: Nécropole der Sézegnin (Ausy, Genève). Nécropole de Thoiry (Ain, France). Étude anthropologique et paléodémographique. Arch. Suisses d'Anthrop. Gen. 46, 77- 174
- Sjøvold T.*, 1988: Geschlechtsdiagnose am Skelett. In: Anthropologie: Handbuch d. vergleichenden Biologie d. Menschen; zugl.4. Aufl. d. Lehrbuchs d. Anthropologie, begr. von Rudolf Martin/ hrsg. von Rainer Knußmann in Verbindung mit Ilse Schwidetzky. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, New York. 444-455
- Spennemann D.H.R.*, 1986: Arbeitsteilung der Geschlechter in der Vorgeschichte: Ein Fallbeispiel von Tongatapu, Tonga. Archäologisches Korrespondenzblatt 16, 489-495
- Spindler M.*, 1969: Bayerischer Geschichtsatlas. Bayerischer Schulbuch-Verlag
- Sponheimer M. & Lee-Thorp J.A.*, 1999: Oxygen Isotopes in Enamel Carbonate and their Ecological Significance. Journal of Archaeological Science 26, 723-728
- Steinhour W.D., Stokes M.R., Clark J.H., Rogers J.A., Davis C.L. & Nelson D.R.*, 1982: Estimation of the proportion of non.ammonia-nitrogen reacting the lower gut of the ruminant derived from bacterial and protozoal nitrogen. British Journal of Nutrition 48, 417-431
- Stloukal M.*, 1962: Die Struktur der Bevölkerung von Mikulčice. Archeologicke Rozhledy 14, 61-83 Prag
- Stloukal M.*, 1969: Die dritte Begräbnisstätte auf dem Brugwall „Valy“ bei Mikulčice. Památky Arch. 60, 498-532

- Stloukal M. Vyhnanek L. & Rösing F.W.*, 1970: Spondylosehäufigkeit bei mittelalterlichen Populationen.  
Homo 21, 46-53
- Stloukal M. & Hanáková H.*, 1974: Anthropologische Erforschung des Gräberfeldes aus dem 7.-8. Jahrhundert in Želovce.  
Slovenská Archeologica XXII-1, Bd. 22
- Stloukal M. & Vyhnanek L.*, 1975: Die Arthrose der großen Gelenke.  
Homo 26, 121-136
- Stloukal M. & Hanáková H.*, 1978: Die Länge der Längsknochen altslawischer Bevölkerungen - Unter besonderer Berücksichtigung von Wachstumsfragen.  
Homo 7, 53-66
- Stott G. G., Sis R. F. & Levy B. M.*, 1980: Cemental annulation as an age criterion in the common marmoset (*Callithrix jacchus*).  
Journal of Medical Primatology 9 (5), 274-285
- Strauch E.*, 2004: Wenigumstadt. Ein Bestattungsplatz der Völkerwanderungszeit und des frühen Mittelalters im nördlichen Odenwaldvorland.  
Verlag Dr. Rudolf Halbert GmbH, Bonn
- Strott N.*, 2002: Strukturauffälligkeiten des Zahnzements von Bestattungen des ersten katholischen Friedhofs Berlins (St. Hedwigs-Friedhof, Berlin-Mitte, 1777-1834).  
Diplomarbeit, München
- Strott N. & Grupe G.*, 2002: Strukturauffälligkeiten des Zahnzementes von Bestattungen des ersten katholischen Friedhofs in Berlin (St. Hedwigs-Friedhof, Berlin-Mitte, 1777-1834).  
Anthropologischer Anzeiger 61, 203-213
- Szilvássy J.*, 1980: Die Skelette aus dem awarischen Gräberfeld von Zwölfaxing in Niederösterreich.  
Anthropologische Gesellschaft in Wien (Hrsg.) Bd.3
- Szilvássy J.*, 1988: Alterdiagnose am Skelett. In: Anthropologie: Handbuch d. vergleichenden Biologie d. Menschen; zugl.4. Aufl. d. Lehrbuchs d. Anthropologie, begr. von Rudolf Martin/ hrsg. von Rainer Knußmann in Verbindung mit Ilse Schwidetzky.  
Gustav Fischer Verlag Stuttgart, New York. 421-443
- Telkkä A., Palkama A. & Virtama P.*, 1962: Prediction of stature from radiographs of long bones in children. IN: Herrmann B., Grupe G., Hummel S., Piepenbrink H. & Schutkowski H. (Hrsg.): Prähistorische Anthropologie- Leitfaden der Feld- und Labormethoden.  
Springer Verlag 1990, 52-73
- Teschler-Nicola M.*, 1980: Die Skelette aus dem langobardischen Gräberfeld von Schwechat.  
Fundberichte aus Österreich, Bd. 18, 41-60  
Wien
- Thapa S., Short R.V. & Potts M.*, 1988: Breast feeding, birth spacing and their effects on child survival.  
Nature 335, 679-682
- Todd T.W.*, 1920: Age changes in the pubic bone. I. The male white pubis. IN: Herrmann B., Grupe G., Hummel S., Piepenbrink H. & Schutkowski H. (Hrsg.): Prähistorische Anthropologie.  
Springer Verlag 1990, 52-73
- Todd T.W.*, 1927: Skeletal records of mortality.  
The Scientific monthly 24, 481-496
- Ulrich-Bochsler S.*, 1997: Anthropologische Befunde zur Stellung von Frau und Kind in Mittelalter und Neuzeit. Soziobiologische und soziokulturelle Aspekte im Lichte von Archäologie, Geschichte, Volkskunde und Medizingeschichte.  
Berner Lehmittel- und Medienverlag

- United Nations*, 1955: Age and sex patterns of mortality. Model life-tables for underdeveloped countries. Department of Social Affairs, Population Branch, New York
- van Klinken G.J., Richards M.P. & Hedges R.E.M.*, 2000: An Overview of Causes for Stable Isotopic Variations in past European Human Populations: Environmental, Ecophysiological and Cultural Effects. IN: Ambrose S.H. & Katzenberg M.A. (eds.): Biogeochemical Approaches to Paleodietary Analysis. Kluwer Academic, Plenum Publishers, 39-63. New York 2000
- van der Merwe N.J.*, 1989: Natural variation in  $^{13}\text{C}$  concentration and its effects on environmental reconstruction using  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratios in animal bones. IN: Price T.D. (ed.): The Chemistry of Prehistoric Human Bone. Cambridge University Press, Cambridge, 105-125
- van der Merwe N.J. & Medina E.*, 1991: The canopy effect, carbon isotope ratios and foodwebs in amazonia. *Journal of Archaeological Science* 18, 249-259
- Vander Zanden M.J. & Rasmussen J.B.*, 1999: Primary consumer  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  and the trophic position of aquatic consumers. *Ecology* 80/4, 1395-1404
- Vogt-Lüerssen M.*, 2001: Der Alltag im Mittelalter. Probst
- Wada K., Ohtaisshi N. & Hachiya N.*, 1978: Determination of age in the japanese monkey from growth layers in the dental cementum. *Primates* 19/4, 775-784
- Wahl J. & Graw M.*, 2001: Metric sex differentiation of the pars petrosa ossis temporalis. *International Journal of Legal Medicine* 114, 215-223
- Weiss K.M.*, 1973: Demographic models for Anthropology. *Memoirs of the Society for American Archeology* 27
- Weiss K.M.*, 1976: Demographic Theory and Anthropological Inference. *Annual Review of Anthropology* 5, 351-381
- Weiss K.M. & Smouse P.E.*, 1976: The Demographic Stability of Small Human Populations. *Journal of Human Evolution* 5, 59-73
- White C.D. & Spence M.W., LeQ. Stuart-Williams H. & Schwarcz H.P.*, 1998: Oxygen Isotopes and the Identification of Geographical Origins: The Valley of Oaxaca versus the Valley of Mexico. *Journal of Archaeological Science* 25, 643-655
- Wittwer-Backofen U.*, 1987: Überblick über den aktuellen Stand paläodemographischer Forschung. *Homo* 38, 151-160
- Wittwer-Backofen U. & Buba H.*, 2002: Age estimation by tooth cementum annulation: perspectives of new validation study. IN: Hoppa R.D. & Vaupel J.W. (eds.): Paleodemography age distributions from skeletal samples. Cambridge University Press; 107-128
- Wittwer-Backofen U., Gampe J. & Vaupel J.W.*, 2004: Tooth Cementum annulation for Age Estimation: Results from a Large Known-Age Validation Study. *American Journal of Physical Anthropology* 123, 119-128
- Wood J.W., Darry J.H., O'Connor K.A. & Ferrell R.J.*, 2002: Mortality models for paleodemography. In: Hoppa R.D. & Vaupel J.W. (eds.). Paleodemography age distributions from skeletal samples. Cambridge University Press, 129-167

- Ziegelmayr G.*, 1968: Die menschlichen Skelette vom Friedhof bei der frühmittelalterlichen Kirche von Mühlthal. IN: Dannheimer H. (Hrsg.): Epolding-Mühlthal. Siedlung, Friedhöfe und Kirche des frühen Mittelalters. C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung München, 105-131
- Zink A.R., Grabner W., Reischl U., Wolf H. & Nerlich A.G.*, 2003: Molecular study on human tuberculosis in three geographically distinct and time delineated populations from ancient Egypt. *Epidemiol. Infect* 130, 239-249

## VIII. Anhang

Befundbogen, welcher zur Erstellung des morphologischen Befunds der erwachsenen Individuen aus Unterigling und Kelheim verwendet wurde.

Serie: Unterigling/ Kelheim

Grab Nr.:

FZ. Nr.:

Körpergrab:

Erhaltungsgrad: gut:                      mäßig:                      schlecht:

Überlieferungsgrad: vollständig:

   unvollständig:

   fehlende Teile:

Zahnstatus:

	li.									re.						
OK	28	27	26	25	24	23	22	21	11	12	13	14	15	16	17	18
UK	38	37	36	35	34	33	32	31	41	42	43	44	45	46	47	48

Parodontosestatus:

Altersbestimmung (erwachsen):

Verknöcherung der Epi- und Apophysen:

Verknöcherung der Schädelnähte:

Juvenilis	J	13-18 (20)	
Frühadult	fA	20-24	
Mitteladult	mA	25-31	
Spätadult	sA	32-38	
Frühmatur	fM	39-45	
Mittelmatur	mM	46-52	
Spätmatur	sM	53-59	
Senilis	S	60-	

Körperhöhe:

	w (Bach)		m (Breitinger)	
	re	li	re	li
Humerus				
Femur				
Tibia				

	Frauen	Männer
Humerus	98,38+ 2,121x	83,21+ 2,715x
Femur	106,69+ 1,313x	94,31+ 1,645x
Tibia	95,91+ 1,745x	95,59+ 1,988x

→ Größe:

Geschlechtsbestimmung:

	Kriterien	m	w
Becken	Gesamteindruck		
	Beckeneingang		
	Incisura ischiadica major		
	Sulcus praeauricularis		
	Arc compose		
	Angulus subpubicus		
	Crista iliaca		
	Fossa iliaca		
	Acetabulum		
Schädel	Gesamteindruck		
	Glabella		
	Arcus superciliaris		
	Planum nuchale		
	Protuberantia occipitalis externa		
	Processus mastoideus		
	Stirnneigung		
Mandibula	Gesamteindruck		
	Mentum		
	Gonionwinkel		
	Gonion		
übriges Skelett	Gesamteindruck		
	Langknochen		
	Scapula		
	Clavicula		
	Manubrium sternii		

→ Geschlecht:

Humerus Längen-Dicken-Index:  $\frac{U \times 100}{L}$

	re	li
kleinster Diaphysen Umfang:		
größte Länge:		

Femur Robustizitätsindex:  $\frac{(sD + tD) \times 100}{L}$

	re	li
sagitaler Durchmesser der Diaphysenmitte: sD		
transversaler Durchmesser der Diaphysenmitte: tD		
Ganze Länge des Femurs: L		

Femur Index Platymericus:  $\frac{sD \times 100}{tD}$

	re	li
oberer sagitaler Durchmesser der Femurdiaphyse: sD		
oberer transversaler Durchmesser der Femurdiaphyse: tD		

Untersuchung der Wirbel:  
Gesamteindruck:

Traumata und andere Pathologica:

Gelenkstatus (nach Schultz, 1988):

Gelenk	Knochen		rechts			links		
			Rand	Fläche	ges. Gel.	Rand	Fläche	ges. Gel.
<b>Schultergelenk</b>	Humerus	Caput humeri						
	Scapula	Cavitas glenoidalis						
<b>Ellenbogengelenk</b>	Humerus	Capitulum humeri						
	Radius	Caput radii						
	Humerus	Trochlea						
<b>prox. Handgelenk</b>	Humerus	Incisura trochlearis						
	Radius	Facies art. carpea						
	Ulna	Caput ulnae						
<b>Radioulnargelenk</b>	Radius	Circumferentia art.						
	Ulna	Incisura radialis						
	Radius	Incisura ulnaris						
	Ulna	Circumferentia art.						
<b>Hüftgelenk</b>	Femur	Caput femoris						
	Femur	Fovea capitis femoris						
	Os coxae	Acetabulum						
<b>Kniegelenk</b>	Femur	Condylus med. femoris						
	Femur	Condylus lat. femoris						
	Femur	Unterrd. Fossa intercond.						
	Tibia	Condylus med. tibiae						
	Tibia	Condylus lat. tibiae						
	Femur	Facies patellaris med.						
	Femur	Facies patellaris lat.						
	Patella	Facies med.						
<b>prox. Sprunggelenk</b>	Patella	Facies lat.						
	Tibia	Facies art. inf.						
	Talus	Facies art. sup.						
	Talus	Facies malleolaris med.						
	Fibula	Facies art. malleoli						
	Talus	Facies malleolaris lat.						
<b>dist. Sprunggelenk</b>	Talus	Facies art. calcan. post.						
	Calcaneus	Facies art. tal. post.						
	Talus	Facies art. calcan. med.						
	Calcaneus	Facies art. tal. med.						
	Talus	Facies art. calcan. ant.						
	Calcaneus	Facies art. tal. ant.						
	Talus	Facies art. navicul.						

Befundbogen, welcher zur Erstellung des morphologischen Befunds der kindlichen Individuen aus Unterigling und Kelheim verwendet wurde.

Serie: Unterigling/ Kelheim

Befund Kinder

Grab Nr.:

FZ. Nr.:

Körpergrab:

Erhaltungsgrad: gut:                      mäßig:                      schlecht:

Überlieferungsgrad: vollständig:

   unvollständig:

   fehlende Teile:

Zahnstatus:

Verwachsungsgrad:

	ja	nein
Schluss des Fonticulus minor und vordere Seitenfontanellen (innerh. d. ersten 3 Monate):		
Anschluß dar Ala magna ans Keilbein (bis zum 9. Monat):		
Schluss des Fonticulus major, Verschluss der Sutura metopica,		
Schluss der beiden Hälften des Wirbelbogens (erste zwei Lj.):		
Anschluss der Partes laterales an die Hinterhauptschuppe des Os occipitale (- Ende des 3. Lj.):		
Anschluss der Wirbelbögen an die Wirbelkörper (4. Lj.):		
Verschluss der Fuge zwischen Pars basilaris und Patres laterales ossis occipitalis; Anschluß des Schambeins an die		
Sitzbeinäste des Hüftbeins (- Ende des 6. Lj.):		

Diaphysenlänge (in mm):

	m	w
Humerus li		
Humerus re		
Radius li		
Radius re		
Ulna li		
Ulna re		
Femur li		
Femur re		
Tibia li		
Tibia re		
Fibula li		
Fibula re		

→ Alter:

	m	w
Mandibula		
Prominenz der Kinnregion		
Frontzahnbereich		
Gonionregion		
Os ilium		
Winkel der Insc. isch. major		
Tiefe der Insc. isch. major		
Arc compose		
Krümmung der Crista iliaca		
Porus arcusticus internus		

→ Geschlecht:

Auffälligkeiten/ Pathologica:

## 8.1 Unterigling

### 8.1.1 Sterbetafel

**Tabelle A1:** Sterbetafel Unterigling mit berücksichtigtem Kleinkinderdefizit

x	a	D <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	q <sub>x</sub>	p <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	e <sub>x</sub> <sup>0</sup>
0-4	5	195,5	424,29	1000	424,29	575,71	3939,28	24030,81	24,03
5-9	5	27	58,8	575,71	102,13	897,87	2731,55	20091,53	34,9
10-14	5	10,5	22,79	516,91	44,09	955,91	2527,58	17359,98	33,58
15- 19	5	16	34,72	494,12	70,27	929,73	2383,8	14832,4	30,02
20-39	20	85,1	184,69	459,4	402,02	597,98	7341,1	12448,6	27,1
40-59	20	72,2	156,69	274,71	570,38	429,62	3927,3	5107,5	18,59
60-79	20	15,4	118,22	118,02	1000	0	1180,2	1180,2	10

### 8.1.2 Morphologischer Befund

**Tabelle A2:** Aufgelistet sind alle Individuen des Gräberfeldes von Unterigling (n=289), mit Grabnummer, Geschlecht, Alter (nach der morphologischen Altersbestimmung), Körperhöhe (nur für erwachsene Individuen), jeweils rechte und linke Messwerte des Humerus-Längen-Dicken-Index (HLDI), Femur-Robustizitäts-Index (FR) und des Femur Index platymericus (FIP). Die Individuen der Separatgrablege sind **fett** gedruckt.

Grab Nr.	Geschl.	Alter	Körperhöhe	HLDI re.	HLDI li.	FR re.	FR li.	FIP re.	FIP li.
1	m	fM	173 cm	22,02	21,85	12,21	12,27	83,33	75,68
2\1	w?	8a	109 cm						
2\2	n.d.	adult							
3	w	2a							
4	m	sA	167cm	22,5	21,67	11,93		84,38	69,23
5	m?	sA	169 cm			11,8	12,64	100	96,55
6	w?	4a							

Grab Nr.	Geschl.	Alter	Körperhöhe	HLDI re.	HLDI li.	FR re.	FR li.	FIP re.	FIP li.
7	w	10-11a	113 cm						
8	w	7-8a	112 cm						
9\1	w	sA	155 cm		20,73	11,98	11,66	83,29	67,74
9\2	m	sA	171 cm	19,57		10,67	11,06	100	83,33
10.	nur Holzreste								
10\1	w	adult; >30	163 cm	19,67					
10\2	w	sA	153 cm	13,1			11,03		80
10\3	m	1,5-2a							
10\4	w?	adult	162 cm				12,14	86,67	80
10\5	m	sA	175 cm		20,41	11,07		96,77	81,82
11\1	w?	7-9a	110 cm						
11\2	w?	sM							
11\3	w	mA	158 cm						71,43
12.	w?	fA	159 cm	19,61	18,46	10,43		82,76	82,76
13\1	w?	7-8a	92 cm						
13\2	m	fM	171 cm		23,44	12,39	11,85	90,91	87,5
14	w	14-17							92
15	w	mA	159 cm	18,6	18,6	10,9	11,3	147,62	123,81
16\1	w?	adult							
16\2	m	neonat							
17	w	3-4a	95 cm						
18	m	sA	175 cm	23,37	21,11		12,73		85,71
19\1	m	fM	168 cm			12,61	12,56	88,24	76,47
19\2	m	sM	172 cm			11,49		100	90,32
20\1	w	fA	160 cm		18,27	11	11,93	104,17	82,76
20\2	m	~6a							
20\3	n.d.	~7a							
21	w	fM	160 cm	20,98	19,8	11,86	12,35	114,8	70,96
22	w?	1-1,5a	81 cm						
23	m	senil	168 cm		22,57	13,53		113,33	96,88
24	w	fM	161 cm	23	22,87	11,99	12,41	90,32	87,1
25	w	19-20	163 cm			11,5	11,57	120	89,29
26\1	m	mM	171 cm			13,35	13,16	94,29	88,24
26\2	n.d.	Inf. I							
27	m	17/18	177 cm	19,76	18,98	10,84	10,67	82,35	81,82
28	w	mA	162 cm	20,33	20,88	11,89	12,21	93,55	75,76
29	m	8-9a							
30	w	fM							
31	m	4-6a	93 cm						
32	m	fM	174 cm		21,6	13,86	13,82	75	73,81
33	w	sA	161 cm	20,67		12,35	12,63	82,76	74,19
34	w	sA	162 cm	20,26	19,81			75	78,79
35	m	mM	172 cm	21,73	21,32	12,58		106,45	88,24
36\1	w	adult	166 cm	21,91	21,66		11,59	84,38	79,41
36\2	n.d.	adult							
37	m	mM	176 cm		19,15	12,42	13,16	100	93,33
38	w	sA	161 cm		18,81	11,16		100	80
39	w	fA	159 cm	19,73	19,67	11,52	11,39	70	80
40	m	fM	182 cm	18,37	18,67	11,74		122,58	75
41	w	18/19	163 cm	19,34	18,81			140	
42	n.d.	adult							

Grab Nr.	Geschl.	Alter	Körper- höhe	HLDI re.	HLDI li.	FR re.	FR li.	FIP re.	FIP li.
43	w	11/12a	137 cm						
44	w	fA	162 cm	20,38	20,13	11,63	13,11	100	65,79
45	w	senil							
46	w	senil	159 cm	21,38	21,81			72,73	67,65
47	w	4-5a	98 cm						
48	w	fA	165 cm	18,75	19,75				
49/1	w?	sA	158 cm			12,85		83,33	
49/2	w	4a							
50	w	~14Mon.	75 cm						
51	m	17-19						100	77,78
52/1	m	sA	167 cm		19,93	11,49	11,82	86,67	86,67
52/2	w	6-7a							
53	w	senil							88,24
54	w?	13/14	155 cm			10,26	10,7	95,24	79,17
55	w	17-20	166 cm	17,63	17,38	10,09	9,79	103,85	71,88
56/1	m	6-8a	107 cm						
56/2	m?	14/15							
57	m	sM	170 cm		19,81	12,05	12,53	93,55	93,33
58	w	7-9a	117 cm						
59	w	sM	164 cm			10,41	10,91	76,67	67,65
60/1	m	senil	168 cm		23,03	12,73	13,41	85,71	75
60/2	m?	mM	165 cm			13,62	13,79	79,41	79,41
61	m	mA	178 cm	19,51	19,72	11,56	10,69	90,91	90,91
62	m	fM	173 cm			13,29	12,24	88,57	67,5
63	m	sM							
64	w	mM	161 cm		19	12,02	12,74	71,88	71,43
65	n.d.	37.Woche	50 cm						
66	n.d.	> 40	162 cm				13,46	100	
67	w	fM	161 cm		20	11,55	10,68	96,3	76,67
68	m	1-1,5a	75 cm						
69	m	adult	176 cm	24,04		12,47	12,91	100	91,67
70	w	mM	159 cm	20,83		11,36	11,6	92,86	88,89
71/1	w	sM	161 cm			12,12	12	134,78	79,31
71/2	m?	fA	164 cm				12,42		75
72	m	fM	166 cm					90,32	81,25
73	m	adult	169 cm	25,57				96,77	100
74	w	8a							
75	w	3-4a							
76	w	fM	165 cm		19,43			78,79	75,76
77	w	adult	160 cm		21,45			76,67	83,33
78	m	mA	166 cm	20,88	21,39			71,43	
<b>79</b>	<b>m</b>	<b>fM</b>	<b>171 cm</b>	<b>21,98</b>					
80	w	11-12 Mon.	63 cm						
<b>81</b>	<b>n.d.</b>	<b>adult (25-38)</b>							
<b>82</b>	<b>m?</b>	<b>fM</b>	<b>180 cm</b>		<b>20,22</b>				
<b>83/1</b>	<b>w?</b>	<b>sA</b>							
<b>83/2</b>	<b>m</b>	<b>mM</b>							
84	m	16-18 Mon.	80 cm						
85	n.d.	13 Mon.	71 cm						
86	m	fA	170 cm	21,43	20,44		11,23	100	81,25
87	n.d.	fA	162 cm						

Grab Nr.	Geschl.	Alter	Körperhöhe	HLDI re.	HLDI li.	FR re.	FR li.	FIP re.	FIP li.
88/1	w ?	18-21	161 cm			11,08		116,23	96,43
88/2	w	sA						80	77,42
89	m?	fM	171 cm	18,21				87,1	81,82
90/1	m ?	fM-mM							
90/2	w	8a							
90/3	w	sA	170 cm			12,32	12,07	91,67	83,33
90/4	m ?	adult							
90/5	m?	6a							
91	m	fA	173 cm			11,94		87,5	87,1
92	m	fA	185 cm	19,69		11,47	11,42	100	85,71
93	w	sM	158 cm						
94	w	sA	160 cm	19,55	19,87	12,96	12,98	85,71	82,14
95	w?	sM	166 cm				11,81	93,55	83,87
96/1	m	5a							
96/2	w?	2-3a							
97	m?	15 Mon.	79 cm						
98/1	m	fM	174 cm						85,71
98/2	m?	sM							
99/1	m	17-19	160 cm			13,32		107,14	83,87
99/2	w	17-19						107,14	87,1
100	w	7a							
101	w	6a							
102	m	mM	179 cm	20,17	19,66		11,59	73,68	75,68
103/1	m	mM	167 cm	22,98		12,59		110,7	
103/2	n.d.	?							
104/1	w	mA	164 cm	20,06	19,81	11,97	12,22	87,1	75,76
104/2	n.d.	adult			26,67				
105/1	w	mM	161 cm			12,56	13,02	119,23	78,79
105/2	m	sA	167 cm						
106	m	mA	176 cm	19,6	19,66	10,74	11,27	93,55	90,91
107	m	fA	164 cm			10,9	11,08	85,19	70
108/1	m	senil	173 cm	21,07	21,47	11,86		70,27	73,53
108/2	w?	adult	166 cm				12,21	93,75	80
108/3	w	mM	163 cm			10,11		93,1	
109/1	w?	13/14						75	76,92
109/2	w	senil	164 cm		19,48				
110	w	> 40	160 cm	19,68		11,86	12,2	86,67	71,88
111	w	mA	164 cm	18,77	18,58	11,51	11,41	86,67	83,33
112/1	m?	adult							
112/2	n.d.	adult							
113	w	mM	159 cm				11,99	83,33	75
114	m ?	17/18				9,93	9,93	92	81,48
115	m	17-21	175 cm	21,19	20,85	11,18	10,93	86,67	87,1
116	m	sA	166 cm			13,19	12,27	86,11	71,43
117	m	mM	174 cm	20,11				85,29	72,22
118/1	w	fA	159 cm	20,6		11,11	10,95	100	113,64
118/2	w	mM	158 cm	21,36		12,4		86,21	
119	w	fM	158 cm	20,98	21,43	12,32		77,42	71,88
120/1	n.d.	13/14	156 cm						
120/2	m?	adult	173 cm		21,34			88,57	82,86
120/3	m?	adult	161 cm	26,32		13,86	14,04	87,5	74,29

Grab Nr.	Geschl.	Alter	Körper- höhe	HLDI re.	HLDI li.	FR re.	FR li.	FIP re.	FIP li.
121	w?	~10 Mon.	57 cm						
122	m	4-5a	104 cm						
123	m	senil	169 cm			13,27	13,78	96,97	96,97
124	m	adult	162 cm						
125	m?	Infl							
126	m	fM							
127/1	m	mM	167 cm	21,66	19,87	11,91	12,13	87,1	83,87
127/2	n.d.	adult; >30						81,25	
127/3	m	fM	181 cm	19,44				81,1	
128	w	18 Mon.							
129	w?	3-4a							
130/1	?	neonat	55 cm						
130/2	?	neonat-1/4a	55 cm						
131	m	neonat	53 cm						
132	w	3-4a	98 cm						
133/1	w	13/14				9,46	10,54	109,52	90,91
133/2	m	adult	171 cm				12,26	82,35	69,44
133/3	w	adult	168 cm			11,4	11,59	100	81,25
134	n.d.	neonat	54 cm						
135	w	fM	159 cm		20,07	11,84		85,71	73,33
136	m	neonat	54 cm						
137	w?	neonat-1/2a							
138	m	mM	177 cm	20,54	20,18			86,67	86,67
139	m	fA	165 cm	22,55	22,56	12,8	11,97	100	83,87
140	w	sA	163 cm	20,56					
141/1	m	fM	166 cm		22,95				79,41
141/2	n.d.	adult							
142	w	7/8a	117 cm						
143	m	11a							
144/1	m	fA	169 cm	20,91	21,15			118,75	
144/2	m?	mA-sA	174 cm	20,77	20,85				
144/3	m?	adult	176 cm						
145\1	w	8-10a	120 cm						
145/2	n.d.	adult							
146/1	m	adult	173 cm						
146/2	n.d.	adult							
147/1	m	17-20						77,14	91,18
147/2	w	sA	159 cm	21,71	21,15	12,38		88,89	73,33
148	m	1/2-1a	66 cm						
149	n.d.	1,5a	80 cm						
150	w	3a							
151	w	16-19	160 cm	19,73	19,8	11,14	11,08	92,59	92,86
152	w	mA	163 cm		19,28		12,79	77,42	78,13
153/1	w	mA	159 cm	21,19	21,28				
153\2	n.d.	neonat-1/4a	56 cm						
154	w	8a	120 cm						
155	w?	15-18							87,1
156	w	mM							
157	m	1a	72 cm						
158	w	sA	159 cm	20,79	19,93			86,67	86,21
159	m	mM	173 cm	21,92			12,9	85,29	77,78

Grab Nr.	Geschl.	Alter	Körper- höhe	HLDI re.	HLDI li.	FR re.	FR li.	FIP re.	FIP li.
160	w	6a	112 cm						
161	m?	6a	103 cm						
162	m	fA	177 cm	20,88	20,35	11,67	11,78	86,84	86,11
163	w	mM	159 cm		19,16				81,25
164	w	fA	155 cm	21,45		12,24	11,95	92,59	66,67
165	m	fA	168 cm	23,23	22,48	11,92	12,01	103,23	82,35
166	m	mM	173 cm	23,8	21,82		13,55	94,59	82,5
167/1	w	adult; >30	161 cm		18,69		11,99	82,76	75
167/2	w	fA	160 cm			10,65	11,06	96,15	92,31
167/3	w	15-18						92,31	85,19
168	w	fM	165 cm		20		12,5		87,1
169/1	m	fA	167 cm	21,77	22,33	12,13	11,47	83,87	90
169/2	m	adult	161 cm			13,02		120	
170	m	sM	165 cm			11,96	12,56	96,77	81,25
171	m	8a	119 cm						
172	m?	6-7a							
173	w	mA	161 cm	21,21	20,82	12,11	12,21	83,33	78,79
174	w?	1/2-1a	66 cm						
175	m	sA	169 cm			12,72	12,91	91,89	94,12
176	w	fA	163 cm			11,85	11,71	86,67	100
177	m	sA	169 cm		21,15	11,18	11,45	90,91	81,25
178	m	fA	157 cm	20,97			11,93	67,74	67,74
179	m	11-14	145 cm			9,65		140	
180	w	6-8a	117 cm						
181	m	17-20	168 cm			10,64		96,67	76,47
182/1	m	mA	173 cm	20,06	20,91	12,37	11,97	80	85,71
182/2	m	adult; >30	167 cm					78,13	75,76
183/1	m	senil	173 cm			12,97	12,94	82,5	76,92
183/2	w	17-19	156 cm			10,84	10,59	80,77	77,78
183/2+3	m	fA	170 cm	20,31				73,53	70,59
184	w?	adult	172 cm		18,44				
185	m	fM	168 cm	23,1		13		100	
186	m	mM	169 cm			12,98	13,08	78,79	73,53
187	m	3a	93 cm						
188	m?	18-21	159 cm	19,42	19,49	11,73	11,99	75	80,77
189	m?	17-21	165 cm			10,6		100	
190	m	fA	167 cm	20,66	21,43	12,81	12,24	90,32	83,33
191	m	fM	166 cm	23,45		12,62	13,02	90,91	84,85
192	m	sA	175 cm	21,47	21,49	12,53	12,34	100	68,42
193	m	fM	169 cm			11,5		80,65	73,53
194/1	m	fM	164 cm						83,33
194/2	w?	fM							
195/1	w	fA	166 cm	18,63	18,75			68,75	64,71
195/2	w?	fA	167 cm	22,46	21,6	11,51		87,1	81,82
196	w?	4a							
197	w	11a							
198	w	1/2-1a	52 cm						
199	w	sA	161 cm						
200	m?	sA	162 cm	23,88	22,7	13,22	12,75	90,32	80,65
201	w?	4-5a	103 cm						
202	m	1,5-2a	82 cm						

Grab Nr.	Geschl.	Alter	Körperhöhe	HLDI re.	HLDI li.	FR re.	FR li.	FIP re.	FIP li.
203	m	3-4a							
204	m	fA	174 cm			12,37	11,55	87,88	84,38
205	m	2a							
206/1	m	fA	179 cm		21,49	12,23	11,93	81,08	78,95
206/2	m	sA	176 cm		21,69	12,05	12,6	76,92	76,92
206/3	w	sA	156 m			12,78		129,17	
207/1	w?	14-18							
207/2	n.d.	adult							
208	w	mA	160 cm	21,36	21,83		11,25	70,97	74,19
209	m	fA	163 cm	22,11					80,65
210	w?	2-3a	88 cm						
211	n.d.	neonat	51 cm						
212	m	neonat	57 cm						
213/1	m	neonat-1/4a	57 cm						
213/2	w	6 Mon.							
214/1	w	senil	157 cm						
214/2	?	?							
215	w?	26. Schwwo.	35 cm						
216	w?	36.-38. Schwwo.	49 cm						
217	n.d.	36.-38. Schwwo.	47 cm						
218	w?	1,5-2a	67 cm						
219	w	6-9 Mon.	64 cm						
220	w	neonat	51 cm						
221	w	neonat	54 cm						
222	w	neonat	54 cm						
223	w	neonat	53 cm						
224	w	1/4- 1/2a	58 cm						
<b>225</b>	<b>m</b>	<b>fA</b>	<b>172 cm</b>	<b>19,51</b>	<b>22,7</b>	<b>11,49</b>	<b>11,75</b>	<b>93,55</b>	<b>87,1</b>
<b>226</b>	<b>w</b>	<b>4a</b>							
<b>227</b>	<b>w</b>	<b>fA</b>	<b>162 cm</b>				<b>12,5</b>		<b>93,1</b>
<b>228</b>	<b>w</b>	<b>fA</b>	<b>154 cm</b>	<b>18,79</b>	<b>19,06</b>	<b>11,99</b>	<b>13,42</b>	<b>68,75</b>	<b>71,88</b>

**Tabelle A3:** Aufgeführt ist der Gelenkstatus für jedes untersuchte Gelenk der männlichen Individuen aus Unterigling. Die Gelenke wiesen je nach Altersklasse einen unterschiedlichen Abnutzungsgrad auf.

		juv.		fA		mA		sA		fM		mM		sM		senil	
		re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
männlich																	
<b>Schultergelenk</b>																	
	0 bis 1	5	5	11	11	3	3	5	6	6	2	3	7	2	1	1	/
	1 bis 2			3	3	2	2	6	5	4	7	8	5			3	4
	2 bis 3							/	1	1	/	1	1	/	1	/	1
	3 bis 4									1	/						
	4 bis 5									/	1	1	/				
	5 bis 6									1	/			1	/		
<b>Ellenbogengelenk</b>																	
	0 bis 1	5	5	11	13	4	4	6	8	8	6	10	6	1	/	1	1
	1 bis 2			2	2	1	1	1	3	6	9	3	6	1	1	3	3
	2 bis 3									1	/	1	/	1	2		
	3 bis 4															1	/
	4 bis 5																

		juv.	fA	mA	sA	fM	mM	sM	senil
	5 bis 6								
<b>prox. Hangelenk</b>									
	0 bis 1	2 3	8 7	5 4	2 4	/ 1	3 4		
	1 bis 2	1 -	4 6	/ 1	6 7	10 9	9 6	3 4	3 4
	2 bis 3					1 1	/ 1	1 /	
	3 bis 4								
	4 bis 5								
	5 bis 6								
<b>Radioulnargelenk</b>									
	0 bis 1	5 6	6 8	2 4	2 5	3 3	6 5	1 /	
	1 bis 2	2 1	5 7	3 1	9 7	11 13	7 1	2 2	3 3
	2 bis 3					1 /	/ 1	2 1	1 1
	3 bis 4						1 /		
	4 bis 5								
	5 bis 6								
<b>Hüftgelenk</b>									
	0 bis 1	3 4	5 5	2 1	3 1				
	1 bis 2	3 4	10 7	2 2	7 6	5 5	8 5	2 1	3 2
	2 bis 3	2 1	2 3	1 2	2 5	8 7	6 6	1 3	1 2
	3 bis 4					1 2	/ 2	1 /	1 1
	4 bis 5								
	5 bis 6	1 /							
<b>Kniegelenk</b>									
	0 bis 1	7 4	8 9	4 4	5 5	8 4	4 3	/ 1	/ 1
	1 bis 2	1 2	7 9	/ 1	7 8	4 7	10 10	5 3	4 3
	2 bis 3					1 2			
	3 bis 4								
	4 bis 5								
	5 bis 6								
<b>prox. Sprunggelenk</b>									
	0 bis 1	5 4	5 4	1 3	1 3	2 2	4 3		/ 1
	1 bis 2	2 3	12 13	4 2	11 9	12 12	10 10	5 5	3 2
	2 bis 3								
	3 bis 4								
	4 bis 5								
	5 bis 6								
<b>dist. Sprunggelenk</b>									
	0 bis 1	5 3	4 5	/ 1	3 1			1 /	
	1 bis 2	4 5	13 12	4 4	8 10	15 14	9 11	4 4	3 2
	2 bis 3						2 /		
	3 bis 4								
	4 bis 5								
	5 bis 6								

**Tabelle A4:** Aufgeführt ist der Gelenkstatus für jedes untersuchte Gelenk der weiblichen Individuen aus Unterigling. Die Gelenke wiesen je nach Altersklasse einen unterschiedlichen Abnutzungsgrad auf.

	juv.		fA		mA		sA		fM		mM		sM		senil		
	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	
weiblich																	
<b>Schultergelenk</b>																	
	0 bis 1	3	4	12	12	4	3	9	7	2	5	4	3	1	3	1	1
	1 bis 2	1	/	1	1	3	4	2	2	5	4	2	3			1	1
	2 bis 3					1	1	2	2	1	/						
	3 bis 4																
	4 bis 5																
	5 bis 6																
<b>Ellenbogengelenk</b>																	
	0 bis 1	6	4	6	8	5	6	7	6	5	6	4	3	1	2	2	2
	1 bis 2			2	3	3	2	3	3	1	1	1	3	1	2	1	2
	2 bis 3													1	/		
	3 bis 4																
	4 bis 5																
	5 bis 6																
<b>prox. Hangelenk</b>																	
	0 bis 1	2	1	9	7	2	3	7	5	2	3	3	4	1	/	3	2
	1 bis 2	1	1	3	3	6	1	5	4	5	4	1	3	2	1	1	1
	2 bis 3																
	3 bis 4	1	/														
	4 bis 5																
	5 bis 6																
<b>Radioulnargelenk</b>																	
	0 bis 1	5	3	6	8	4	3	6	5	3	4	3	5	/	1	3	1
	1 bis 2	3	4	7	5	3	4	4	4	3	3	3	3	4	2	1	3
	2 bis 3																
	3 bis 4																
	4 bis 5																
	5 bis 6																
<b>Hüftgelenk</b>																	
	0 bis 1	1	/	2	1	2	3	2	1	1	2	/	1				
	1 bis 2	4	6	6	7	3	3	7	10	7	5	4	3	2	2	1	2
	2 bis 3	1	1	5	5	1	1	5	3	/	1	3	3	/	1	1	3
	3 bis 4	/	1			1	/							1	/		
	4 bis 5																
	5 bis 6																
<b>Kniegelenk</b>																	
	0 bis 1	5	2	7	6	4	5	6	7	1	3	3	5	2	1		
	1 bis 2	3	2	5	6	3	3	8	7	7	4	4	1	2	3	3	2
	2 bis 3			1	/												
	3 bis 4																
	4 bis 5																
	5 bis 6																
<b>prox. Sprunggelenk</b>																	
	0 bis 1	6	7	3	2	1	2	1	3	3	1	/	2	1	1	/	1
	1 bis 2	3	3	9	11	6	6	10	9	4	7	7	5	3	3	3	3
	2 bis 3															1	/
	3 bis 4																
	4 bis 5																
	5 bis 6																

		juv.		fA		mA		sA		fM		mM		sM		senil	
<b>dist. Sprunggelenk</b>																	
	0 bis 1	6	6	1	2	2	1	1	3	/	2	3	/	/	1		
	1 bis 2	5	5	10	11	5	5	10	8	6	7	5	5	3	3	4	4
	2 bis 3																
	3 bis 4																
	4 bis 5																
	5 bis 6																

### 8.1.3 Chronologische Bestimmung des Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement

**Tabelle A5:** Angegeben sind alle Individuen aus Unterirgling, von welchen ein Zahn für die Analyse entnommen werden konnte (n=170). Des Weiteren sind das Geschlecht, der entnommene Zahn, das Durchbruchsalter des entnommenen Zahns, der stabilste Wert aller Zählungen, sowie das chronologische und morphologische Sterbealter.

Grab Nr.	Geschlecht	entn. Zahn	Durchbr. Alter	stab. Wert	chr. Alter	morph. Alter
1	m	44	10,9	18	29	fM
4	m	24	10,06	22	32	sA
5	m?	45	11,61	21	33	sA
9\1	w	45	11,06	10	21	sA
9\2	m	45	11,3	25	36	sA
10\1	w	P?	10,58	18	29	>30
10\2	w	44	10,32	17	27	sA
10\4	w?	11	7,15	7	14	adult
10\5	m	35	11,06	12	23	sA
11\2	w?	P?	10,58	13	24	sM
11\3	w	34	10,32	17	27	mA
12	w?	35	11,06	10	21	fA
13\2	m	45	11,3	19	30	fM
14	w	34	10,32	5	15	14-17
15	w	15	10,87	13	24	mA
16\1	w?	P? OK re	10,47	19	29	adult
18	m	45	11,61	32	44	sA
19\1	m	45	11,61	23	35	fM
19\2	m	25	11,3	26	37	sM
20\1	w	45	11,06	nicht auswertbar		fA
21	w	45	11,06	20	31	fM
23	m	44	10,9	24	35	s
24	w	45	11,06	21	32	fM
25	w	44	10,32	4	14	19-20
26\1	m	P?	11,04	22	33	fM-mM
27	m	35	11,61	5	17	17/18
28	w	14	10,06	13	24	mA
30	w	45	11,06	23	34	fM
32	m	35	11,61	14	26	fM
33	w	35	11,06	9	20	sA
34	w	44	10,32	13	23	sA
35	m	35	11,61	23	35	mM
36\1	w	45	11,06	9	20	adult
37	m	34	10,9	22	33	mM

Grab Nr.	Geschlecht	entn. Zahn	Durchbr. Alter	stab. Wert	chr. Alter	morph. Alter
38	w	34	10,32	15	25	sA
39	w	44	10,61	11	22	fA
40	m	35	11,61	22,5	34	fM
41	w	44	10,32	4	14	18/19
44	w	35	11,06	16	27	fA
45	w	34	10,32	18	28	senil
48	w	44	10,32	13	23	fA
51	m	44	10,9	9	20	17-19
52\1	m	35	11,3	21	32	sA
53	w	41	6,39	16	22	senil
54	w?	25	10,06	3	13	13/14
55	w	15	10,87	15	26	17-20
56\2	m?	15	10,87	nicht auswertbar		14/15
59	w	44	10,32	24	34	sM
60\1	m	OK li	10,83	32	43	senil
60\2	m?	25	11,22	31	42	mM
61	m	25	11,22	16	27	mA
62	m	44	10,9	26	37	fM
63	m	44	10,9	11	21	sM
64	w	35	11,06	26	37	mM
66	n.d.	24	10,25	26	36	>40
67	w	P?	10,58	27	38	fM
70	w	34	10,32	15	25	mM
71\1	w	44	10,61	14,5	25	sM
72	m	44	10,9	21	32	fM
73	m	22	8,64	20,5	29	adult
76	w	44	10,32	17	27	fM
78	m	34	10,61	19	30	mA
79	m	45	11,06	26	37	fM
81	n.d.	15	11,05	15	26	mA-sA
82	m?	45	11,06	20	31	fM
83\1	w?	24	10,25	9	19	sA
83\2	m	35	11,06	17	28	mM
86	m	45	11,06	18,5	30	fA
87	n.d.	14	10,25	10	20	fA
88\1	w?	44	10,61	11	22	18-21
88\2	w	35	11,06	17	28	sA
90\3	w	35	11,61	21	33	sA
90\4	m?	45	11,3	20	31	adult?
91	m	P?	11,04	8	19	fA
92	m	35	11,06	15	26	fA
93	w	35	11,06	26	37	sM
94	w	25	10,87	13,5	24	sA
95	w?	34	10,61	22	33	sM
98\1	m	35	11,3	25	36	fM
98\2	m?	44	10,9	30	40	sM
99\1	m	35	11,3	10	21	17-19
99\2	w	P?	10,58	20	31	17-19
102	m	34	10,9	30	40	mM
103\1	w	14	10,06	20	30	mM
104\1	w	45	11,06	25	36	mA

Grab Nr.	Geschlecht	entn. Zahn	Durchbr. Alter	stab. Wert	chr. Alter	morph. Alter
105\1	w	34	10,32	17	27	mM
105\2	m	24	10,25	26,5	37	sA
106	m	45	11,61	17	29	mA
108\1	m	41	6,77	42,5	49	senil
108\3	w	45	11,06	21	32	mM
109\1	w?	45	11,3	5	16	13/14
109\2	w	45	11,06	5	16	senil
110	w	44	10,61	34	45	>40
111	w	34	10,32	18	28	mA
112\1	m?	24	10,25	28	38	adult
113	w	34	10,32	20	30	mM
114	m?	45	11,61	6	18	Infans II
115	m	44	10,9	7	18	17-21
116	m	44	10,9	19	30	sA
117	m	15	11,22	30	41	mM
118\1	w	45	11,06	7	18	fA
118\2	w	35	11,3	23	34	mM
119	w	44	10,32	28	38	fM
120\1	n.d.	P?	10,8	3	13	13/14
123	m	34	10,9	25,5	36	senil
124	m	P?	11,04	38	49	adult
126	m	34	10,32	29	39	fM
127\1	m	14	10,43	12	22	mM
127\3	m	35	11,61	22	34	fM
133\1	w	24	10,06	3	13	13/14
135	w	14	10,06	20	30	fM
138	m	34	10,9	42	52	mM
139	m	45	11,61	21	33	fA
140	w	44	10,32	27	37	sA
141\1	m	44	10,9	17	28	fM
144\1	m	12	8,64	24	33	adult
144\3	m?	P?	11,04	14	24	adult
147\1	m	44	10,61	6	17	17-20
151	w	45	11,06	6	17	16-19
152	w	14	10,06	14	24	mA
153\1	w	44	10,32	19	29	mA
155	w?	44	10,61	nicht auswertbar		15-18
156	w	44	10,32	15	25	mM
158	w	34	10,32	18	28	sA
159	m	34	10,9	39	50	mM
162	m	25	11,22	17	28	fA
163	w	15	10,87	26	37	mM
164	w	45	11,06	13	24	fA
165	m	44	11,61	14	26	fA
166	m	44	10,9	24	35	mM
167\1	w	34	10,32	27	37	>30
167\2	w	44	10,32	7	17	fA
167\3	w	14	10,06	7	17	15-18
168	w	48		11	kein Alter	fM
169\1	m	34	10,32	18	28	fA
169\2	m	45	11,3	22	33	adult?

Grab Nr.	Geschlecht	entn. Zahn	Durchbr. Alter	stab. Wert	chr. Alter	morph. Alter
173	w	35	11,06	34	45	mA
175	m	34	10,9	21	32	sA
176	w	34	10,61	10	21	fA
177	m	45	11,3	21	32	sA
178	m	34	10,9	8	19	fA
179	m	44	10,9	5	16	11-14
181	m	14	10,06	10	20	17-20
182\1	m	44	10,9	16	27	mA
183\1	m	36	6,84	20	27	senil
183\2	w	44	10,32	11	21	17-19
183\2+3	m	25	11,22	22	33	fA
185	m	44	10,9	23	34	fM
186	m	44	10,9	21	32	mM
188	m?	45	11,3	10	21	18-21
189	m?	44	10,9	11	22	17-21
190	m	44	10,9	14	25	fA
191	m	45	11,3	23	34	fM
192	m	44	10,9	21	32	sA
193	m	34	10,9	31	42	fM
194\1	m	34	10,9	29	40	fM
195\1	w	25	10,87	8	19	fA
195\2	w?	14	10,06	14	24	fA
199	w	44	10,61	13	24	sA
200	m?	34	10,32	28	38	sA
204	m	35	11,61	7	19	fA
206\1	m	34	10,9	15	26	fA
206\2	m	45	11,61	24	36	sA
207\1	w?	44	10,32	6	16	14-18
208	w	44	10,32	12	22	mA
209	m	35	11,61	23	35	fA
214\1	w	44	10,61	18	29	senil
225	m	44	10,9	7	18	fA
227	w	44	10,32	20	30	fA
228	w	44	10,32	17	27	fA

## 8.2 Tabellen Kelheim

### 8.2.1 Sterbetafel

**Tabelle A6:** Sterbetafel Kelheim nach Berücksichtigung des Kleinkinderdefizits

x	a	D <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	q <sub>x</sub>	p <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	e <sup>0</sup> <sub>x</sub>
0-4	5	72,5	483,01	1000	483,01	516,99	3792,48	19224,22	19,22
5-9	5	9,5	63,29	516,99	122,42	877,58	2426,73	15431,74	29,85
10-14	5	5	33,31	453,7	73,42	926,58	2185,23	13005,01	28,66
15- 19	5	2,5	16,66	420,39	39,63	960,37	2060,3	10819,78	25,74
20-39	20	30,2	201,2	403,73	498,35	501,65	6062,6	8759,48	21,7
40-59	20	23,2	154,56	202,53	763,15	236,85	2505	2696,88	13,32
60-79	20	7,2	47,97	47,97	1000	0	191,88	191,88	4

### 8.2.2 Morphologischer Befund

**Tabelle A7:** Aufgelistet sind alle Individuen des Gräberfeldes von Kelheim (n=119), mit Grabnummer, Geschlecht, Alter (nach der morphologischen Altersbestimmung), Körperhöhe (nur von erwachsenen Individuen), jeweils rechte und linke Messwerte des Humerus-Längen-Dicken-Index (HLDI), Femur Robustizitäts-Index (FR) und des Femur Index platymericus (FIP).

Solche Individuen (n=98), welche in die Auswertung einbezogen werden konnten sind fett gedruckt. Die normal gedruckten (n=21) konnten aufgrund von Doppelnummerierungen o.ä. nicht in die Auswertung einbezogen werden. Die Individuen des Kreisgrabens sind mit „RG“ gekennzeichnet.

Grab Nr.	Geschl.	Alter	Körperhöhe	HLDI re.	HLDI li.	FR re.	FR li.	FIP re.	FIP li.
<b>Kh 1</b>	<b>m</b>	<b>fM-mM</b>	<b>168 cm</b>	<b>23,32</b>		<b>13,26</b>		<b>113,33</b>	<b>61,54</b>
<b>Kh 2</b>	<b>m</b>	<b>sM (bis senil)</b>	<b>174 cm</b>	<b>21,33</b>	<b>21,68</b>	<b>13,32</b>		<b>86,11</b>	
<b>Kh 3</b>	<b>m</b>	<b>J (18-20)</b>	<b>179 cm</b>	<b>19,71</b>	<b>18,52</b>	<b>10,56</b>	<b>9,92</b>		<b>88,24</b>
Kh 4?	m	sA ?							
<b>Kh 5</b>	<b>m?</b>	<b>mM</b>	<b>166 cm</b>			<b>12,67</b>		<b>97,06</b>	<b>79,41</b>
Kh 6 rob.?	m?	adult	175 cm	22,12					
Kh 6 graz. ?	w?	adult	158 cm						
<b>Kh 7</b>	<b>m</b>	<b>adult</b>	<b>176 cm</b>						
<b>Kh 8</b>	<b>n.d.</b>	<b>kindl.</b>							
<b>Kh 9</b>	<b>m?</b>	<b>5a</b>							
<b>Kh 10</b>	<b>m</b>	<b>8-9a</b>							
<b>Kh 11</b>	<b>n.d.</b>	<b>adult</b>							
Kh 12?	w?	sA-fM	166 cm	20,7	21,43	12,33	12,61	85,71	85,71
<b>Kh 13</b>	<b>m</b>	<b>mM</b>	<b>172 cm</b>	<b>22,16</b>	<b>21,56</b>	<b>13,23</b>	<b>12,93</b>	<b>94,29</b>	<b>80,56</b>
<b>Kh 14 Nord</b>	<b>n.d.</b>	<b>3-4a</b>							
<b>Kh 14 Süd</b>	<b>w</b>	<b>7-8a</b>							
<b>Kh 15</b>	<b>m?</b>	<b>6-8a</b>							
<b>Kh 16</b>	<b>w</b>	<b>fA</b>							
<b>Kh 17</b>	<b>w</b>	<b>adult (20-38)</b>	<b>174 cm</b>						
Kh 18 ?	w	adult	162 cm	19,87			13,01		87,5
<b>Kh 19</b>	<b>n.d.</b>	<b>neonat-6Mon.</b>							
<b>Kh 20</b>	<b>n.d.</b>	<b>neonat</b>							
<b>Kh 21</b>	<b>m</b>	<b>sM (mind.)</b>							
<b>Kh 23</b>	<b>w</b>	<b>sM-s</b>	<b>163 cm</b>		<b>19,8</b>	<b>11,08</b>	<b>12,38</b>		<b>70,59</b>
Kh 24/1 ?	n.d.	adult							
Kh 24/2 ?	w?	~ 7a							

Grab Nr.	Geschl.	Alter	Körperhöhe	HLDI re.	HLDI li.	FR re.	FR li.	FIP re.	FIP li.
Kh 25	w?	mA	166 cm	22,05	21,09	11,13	11,49	106,67	73,53
Kh 26	n.d.	neonat							
Kh 27	m	fA	170 cm						
Kh 28	m	adult							
Kh 29	w?	mA	159 cm	23,31	22,18		12,04	87,1	96,43
Kh 30	w?	4-5a							
Kh 31	w	11-12a							
Kh 32	w	1,5a							
Kh 33	m	sM							88,24
Kh 34	w	fA	157 cm	20,21	21	11,62	11,87	80,65	80,65
Kh 35 Süd?	m?	adult > 30	172 cm						
Kh 35 Süd Schädel?	w?	fA-mA							
Kh 36	m?	mA	158 cm			9,74		108,7	
Kh 38	m	18-20	170 cm	21,3	20,31	11,5		93,55	84,38
Kh 39 ?	w	fM-mM	164 cm	21,84			12,74	87,5	79,41
Kh 39 Sch ?	w?	11-12a							
Kh 40	m	sM	177 cm		20,53		12,12	88,24	81,08
Kh 41 ?	w	adult >30	159 cm	21,33		11,79		96,55	64,71
Kh 42	m	mA	177 cm	23,21	23,34	12,73	13,09	111,76	83,33
Kh 43 Nord	w	mA	163 cm			10,29	11,36	78,57	78,57
Kh 43 Süd g?	w?	12a							
Kh 43 Süd K?	n.d.	5a							
Kh 44	n.d.	1/2- 1a							
Kh 45	w?	6-7a							
Kh 46	m	4a							
Kh 47 ?	m?	5-6a							
Kh 48	m	fM	178 cm	20,17	21,28	12,73	12,78	102,86	89,19
Kh 49	w	14-17							
Kh 50	m?	8-10a							
Kh 51	w	sA-fM	161 cm	23,33	23,31	11,85		103,23	82,86
Kh 52	n.d.	neonat-1/4a							
Kh 53	n.d.	1/2-1a							
Kh 54	m	mA	173 cm	22,26	22,62			78,79	75
Kh 55?	w?	adult > 30	173 cm				12,5	73,17	76,92
Kh 56	w	2-3a							
Kh 57	n.d.	neonat							
Kh 58	m?	adult >30	172 cm	21,11	21,07	11,9		110	84,85
Kh 59	w	3-4a							
Kh 60	w	9-10a							
Kh 61	m	sA-fM	171 cm	22,05	21,91	12,55	13,57	100	72,97
Kh 62	w	mA	159 cm			13,04	13,25	93,75	
Kh 63	w	mA	160 cm			11,69	11,81	89,66	75,76
Kh 64	n.d.	neonat-1/2a							
Kh 65	w	sA	156 cm				12,98		69,7
Kh 66	w	sA-fM	159 cm				12,22	77,42	
Kh 67	m	sM (mind.)	170 cm				13,39		83,33
Kh 68	m	mA	166 cm				12,62		72,22
Kh 69	w	adult > 30	155 cm						
Kh 70 Schädel	w?	6a							
Kh 71	m	sA-fM	169 cm	24,76	23,81	13,74	13,42	94,44	81,08

Grab Nr.	Geschl.	Alter	Körperhöhe	HLDI re.	HLDI li.	FR re.	FR li.	FIP re.	FIP li.
Kh 72	w	sA	159 cm	21,88	22,73	12,78	12,59	96,67	66,67
Kh 73 Schädel	w?	mA-sA							
Kh 74	m	sM	169 cm	24,85	23,05		14,25		94,12
Kh 75	w?	12-14a						100	90,32
Kh 76	n.d.	1/2-1a							
Kh 77	w	sA	160 cm	21,67	21,21	12,26	12,59	110,34	78,79
Kh 78?	w	sA	170 cm	18,31		10,66		86,67	81,82
Kh 79	m	fM (mind.)	164 cm	24,43	24,26	14,18	14,42	93,75	90,91
Kh 80	m	adult >30	171 cm	23,15					
Kh 81	m	mA	170 cm			12,36		109,38	91,18
Kh 82	w	mA	162 cm	19,54		11,64	12,13	89,66	89,66
Kh 83?	w?	senil							
Kh 85	w?	adult > 30							
Kh 86	w?	11a							
Kh 94	m	mM-sM							
Kh 97	m	adult > 30	169 cm	24,46	23,1		14,06		80,56
Kh 98?	m?	adult > 30	174 cm			13,61		114,71	97,06
Kh 99	w	adult > 40	158 cm			12,74	13,29	110,34	76,47
Kh 100	w?	4a							
Kh 101	w?	4a							
Kh 118?	m	mM-sM	171 cm	21,78		12,36		96,97	81,08
Kh 119	w	mA	162 cm	19,75	20,45	12,41		118,52	83,87
Kh 120	n.d.	adult	169 cm	22,59					
Kh 121	w?	Inf. I							
Kh 122	w	mA	169 cm			12,84	12,06	86,49	72,97
Kh 123	w?	senil	168 cm	20,29	19,29	12,42		88,24	
Kh 124	w	mA	164 cm	18,55		10,84		74,19	66,67
Kh 125	w?	3-4a							
Kh 126	m?	fA	169 cm			13,08		91,18	
Kh 127	w?	adult > 30	167 cm			12		106,45	79,41
Kh 128	w	14-17	166 cm	18,9		10,48	10,75	103,45	87,88
Kh 129	w	8-9a							
Kh RG1	m	mM-sM							
Kh RG2	m	mM-sM	172 cm	21,6	20,54	11,97		103,13	67,57
Kh RG3	m	mM-sM	170 cm		22,29	13,38	13,94	88,24	86,11
Kh RG4 Schädel	m?	s							
Kh RG5 Schädel	m?	mM-sM							
Kh RG6?	w	sA (mind.)	161 cm			12,05	12,77	111,54	90
Kh RG7	w	adult > 30	168 cm	20,36				77,42	
Kh RG8	w	fM	160 cm	19,93		12,05	11,38	86,21	70,97
Kh Zentral	m	J (17-20)							
BY19 80I320	n.d.	neonat							
144 (BY19 80I316)	n.d.	neonat							
bronzezeitl.									
Kh 90	m	adult >40						73,53	77,14
Kh 130	w?	adult (20-38)	169 cm						

**Tabelle A8:** Aufgeführt ist der Gelenkstatus für jedes untersuchte Gelenk der männlichen Individuen aus Kelheim. Die Gelenke wiesen je nach Altersklasse einen unterschiedlichen Abnutzungsgrad auf.

männlich		juv.		fA		mA		sA		fM		mM		sM		senil	
		re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
<b>Schultergelenk</b>																	
	0 bis 1	2	1	1	/	3	3			1	1						
	1 bis 2			1	/					/	1	1	1	1	1		
	2 bis 3									1	/			/	1		
	3 bis 4													3	2		
	4 bis 5																
	5 bis 6																
<b>Ellenbogengelenk</b>																	
	0 bis 1	2	2	1	/	3	3			1	1	2	2	3	/		
	1 bis 2									1	1			2	4		
	2 bis 3																
	3 bis 4																
	4 bis 5																
	5 bis 6																
<b>prox. Hangelenk</b>																	
	0 bis 1	2	1	1	1	4	4			1	/	1	1	1	1		
	1 bis 2									1	1	/	1	1	1		
	2 bis 3													3	2		
	3 bis 4																
	4 bis 5																
	5 bis 6																
<b>Radioulnargelenk</b>																	
	0 bis 1	2	2	1	1	3	3										
	1 bis 2	/	1			2	1			2	2	2	1	3	4		
	2 bis 3											/	1	2	1		
	3 bis 4																
	4 bis 5																
	5 bis 6																
<b>Hüftgelenk</b>																	
	0 bis 1	3	3	1	1	1	1										
	1 bis 2			/	1	2	4			1	1	1	/	2	2		
	2 bis 3					1	/			1	1	/	2	1	2		
	3 bis 4													/	1		
	4 bis 5																
	5 bis 6																
<b>Kniegelenk</b>																	
	0 bis 1	2	3			4	4					1	/	1	1		
	1 bis 2	1	/	2	1	1	1			2	2	/	2	2	2		
	2 bis 3			/	1							1	/	1	/		
	3 bis 4																
	4 bis 5																
	5 bis 6																
<b>prox. Sprunggelenk</b>																	
	0 bis 1	1	/			3	4										
	1 bis 2	2	2	2	1	1	1			2	2	1	2	2	2		
	2 bis 3													2	2		
	3 bis 4																
	4 bis 5																
	5 bis 6																

		juv.	fA	mA	sA	fM	mM	sM	senil
<b>dist. Sprunggelenk</b>									
	0 bis 1	1 /							
	1 bis 2	2 2	1 1	2 4		2 2	1 2	2 2	
	2 bis 3		1 /					2 2	
	3 bis 4								
	4 bis 5								
	5 bis 6								

**Tabelle A9:** Aufgeführt ist der Gelenkstatus für jedes untersuchte Gelenk der weiblichen Individuen aus Kelheim. Die Gelenke wiesen je nach Altersklasse einen unterschiedlichen Abnutzungsgrad auf.

		juv.	fA	mA	sA	fM	mM	sM	senil
weiblich									
<b>Schultergelenk</b>		re. li.							
	0 bis 1		1 1	6 4	1 1				
	1 bis 2			2 2	1 1				
	2 bis 3				1 /	1 1			1 1
	3 bis 4								
	4 bis 5								
	5 bis 6								
<b>Ellenbogengelenk</b>									
	0 bis 1	1 1	1 2	4 3	2 1	1 /			
	1 bis 2			1 3	1 1				1 1
	2 bis 3								1 /
	3 bis 4								
	4 bis 5								
	5 bis 6								
<b>prox. Hangelenk</b>									
	0 bis 1		1 2	3 3	2 2				
	1 bis 2		/ 1	1 1	/ 1	1 1			1 1
	2 bis 3			/ 1					/ 1
	3 bis 4								
	4 bis 5								
	5 bis 6								
<b>Radioulnargelenk</b>									
	0 bis 1	1 1	3 2	2 3	2 2				
	1 bis 2		/ 1	3 1		1 1			1 1
	2 bis 3			/ 1	1 1				
	3 bis 4								
	4 bis 5								
	5 bis 6								
<b>Hüftgelenk</b>									
	0 bis 1		2 1	2 1	2 2				
	1 bis 2	1 1	1 2	4 5					
	2 bis 3			2 1	3 3	1 1			
	3 bis 4								1 /
	4 bis 5								/ 1
	5 bis 6								
<b>Kniegelenk</b>									
	0 bis 1	3 2	2 1	6 4	2 4				/ 1

		juv.	fA	mA	sA	fM	mM	sM	senil
	1 bis 2		/ 1	2 3	3 1				1 /
	2 bis 3			/ 1		1 1			
	3 bis 4								
	4 bis 5								
	5 bis 6								
<b>prox. Sprunggelenk</b>									
	0 bis 1	1 2	/ 1	3 3	2 1				
	1 bis 2	1 /	2 1	5 5	3 4	/ 1			2 1
	2 bis 3		1 1			1 /			
	3 bis 4								
	4 bis 5								
	5 bis 6								
<b>dist. Sprunggelenk</b>									
	0 bis 1	2 1		2 2					
	1 bis 2	1 2	3 2	5 5	5 5	1 1			1 1
	2 bis 3		/ 1						1 1
	3 bis 4								
	4 bis 5								
	5 bis 6								

### 8.2.3 Chronologische Bestimmung des Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement

**Tabelle A10:** Angegeben sind alle Individuen aus Kelheim, von welchen ein Zahn für die Analyse entnommen werden konnte (n=51). Des Weiteren sind das Geschlecht, der entnommene Zahn, das Durchbruchsalter des entnommenen Zahns, der stabilste Wert aller Zählungen, sowie das chronologische und morphologische Sterbealter.

Grab Nr.	Geschlecht	entn. Zahn	Durchbr.Alter	stab. Wert	chr. Alter	morph. Alter
1	m	34	10,9	11	22	fM-mM
2	m	44	10,9	22	33	sM-s
3	m	35	11,61	9	21	18-20
5	m?	44	10,9	23	34	mM
16	w	45	11,06	18	29	fA
17	w	35	11,06	17	28	fA-sA
21	m	44	10,9	19	30	sM
23	w	35	11,06	30	41	sM-s
25	w?	34	10,32	18	28	mA
27	m	35	11,61	15	27	fA
29	w?	24	10,06	11	21	mA
31	w	44	10,23	3	13	11-12a
33	m	45	11,61	14	26	sM
34	w	44	10,32	7	17	fA
36	m?	44	10,9	9	20	mA
40	m	35	11,61	23	35	sM
42	m	44	10,9	11	22	mA
43	w	14	10,06	14	24	mA
48	m	34	10,9	18	29	fM
49	w	35	11,06	4	15	14-17
51	w	44	10,32	22	32	sA-fM
54	m	45	11,61	17	29	mA

Grab Nr.	Geschlecht	entn. Zahn	Durchbr.Alter	stab. Wert	chr. Alter	morph. Alter
58	m	44	10,9	26	37	adult >30
62	w	35	11,06	8	19	mA
65	w	34	10,32	17	27	sA
66	w	35	11,06	27	38	sA-fM
67	m	14	10,43	32	42	sM
68	m	44	10,9	15	26	mA
71	m	45	11,61	19,5	31	sA-fM
72	w	44	10,32	7	17	sA
73	w?	44	10,32	22	32	mA-sA
75	w?	35	11,06	2	13	12-14a
77	w	44	10,32	14	24	sA
80	m	44	10,9	17	28	adult >30
82	w	15	10,87	16	27	mA
85	w?	44	10,32	27	37	adult >30
86	w?	P?		nicht auswertbar		11
94	m	44	10,9	28	39	mM-sM
97	m	44	10,9	22	33	adult >30
119	w	15	10,87	20	31	mA
122	w	25	10,87	10	21	mA
123	w?	34	10,32	27	37	senil
124	w	25	10,87	15	26	mA
128	w	44	10,32	4	14	14-17
RG 1	m	34	10,9	10	21	mM-sM
RG 2	m	34	10,9	17	28	mM-sM
RG 3	m	44	10,9	18	29	mM-sM
RG 4	m?	44	10,9	14	25	senil
RG 5	m?	44	10,9	14	25	mM-sM
RG 7	w	44	10,32	14	24	adult >30
RG 8	w	44	10,32	17	27	fM

## 8.3 Tabellen Zeholfing

### 8.3.1 Sterbetafel

**Tabelle A11:** Sterbetafel Zeholfing Horizont 1a-c nach Berücksichtigung des Kleinkinderdefizits

x	a	D <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	q <sub>x</sub>	p <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	e <sup>0</sup> <sub>x</sub>
0-4	5	42,5	372,48	1000	372,48	627,52	4068,8	26143,54	26,14
5-9	5	6	52,59	627,52	83,8	916,2	3006,13	22074,74	35,18
10-14	5	2,5	21,91	574,93	38,11	961,89	2819,88	19068,61	33,17
15- 19	5	1,5	13,15	553,02	23,78	976,22	2682,23	16248,73	29,38
20-39	20	24,7	216,48	539,87	400,99	599,01	8632,6	13566,5	25,13
40-59	20	27,2	238,39	323,39	737,16	262,84	4083,9	4933,9	15,26
60-79	20	9,7	85,01	85	1000	0	850	850	10

### 8.3.2 Morphologischer Befund

**Tabelle A12:** Aufgelistet sind alle Individuen der Kirchengrabung von Zeholfing aus Horizont 1a-c (n=86) und Horizont 2 (n=25). Die Rohdaten wurden freundlicherweise von Frau Dr. Staskiewicz, München, zur Verfügung gestellt. Die Körperhöhe wurde nur für erwachsene Individuen berechnet.

Grab Nr.	Fz. Nr.	Geschlecht	Alter	Körperhöhe
<b>Horizont 1a</b>				
3	236	m	mm-fs	180cm
4\1	252	m?	1,5-2a	
4\2	78	n.d.	neonat	
		n.d.	1a	
		n.d.	2-4a	
		n.d.	7-10a	
	198	m?	9-11a	
5	237	m	sa (bis mm)	174cm
9	209	m?	matur?	
		w?	erwachsen	
16	259	m	matur	167cm
17\1	253	m	mm-sm	174cm
17\2		m?	fa	
42	272	m	matur (bis senil)	177cm
43	248	w	mittel bis spätadult	164cm
44		w	mitteladult bis matur	164cm
45		m	matur (bis senil)	178cm
46	271	m?	11-14a	
56	274	w	fa	164cm
57\1	273	m	mind. mm	
57\2	271	n.d.	erw.	177cm
		n.d.	1-2a	
		n.d.	4-8a	
58	275	m?	erw.	
<b>Horizont 1b</b>				

Grab Nr.	Fz. Nr.	Geschlecht	Alter	Körperhöhe
8	238	w	senil	166cm
18	261	m?	adult bis matur	172cm
19	262	m	erw.	163cm
		w	erw.	
		n.d.	3-5a	
20	245	w	ma – fm	159cm
21	265	m?	m?	178cm
		w?	adult bis matur ?	159cm
22		n.d.	14-17	
23	263	w	sa	
		w?	m	
		n.d.	erw.	
		n.d.	erw.	
24	246	w	fa-ma	161cm
25	264	w	adult bis matur	161 cm
		w?	erw.	
		m	erw.	
		m?	erw.	
		m?	2-3a	
26	243	w	ma – fm	163cm
27	244	m	ma	167cm
28\1	269	m	matur	
		m	adult	
		w	m-fs	
		w?	sa-m	
		n.d.	adult	
		n.d.	Inf.I	
28\2	270	m	erw.	
		n.d.	erw.	
		w	erw.	
		w	erw.	
		m?	1a	
29	266	m?	4-6a	
		w	mm-s	
30	247	w	ma-mm	164cm
31	239	m	matur?	171cm
		w?	adult?	
		w	sj-fa	161 cm
		n.d.	2,5-5a	
		n.d.	6-9a	
32	240	m	ma-mm	169cm
33	260	m	matur	172cm
34	241	w?	ma-m	165cm
35	242	m	(adult bis)matur	
		w?	adult (bis matur)	
		w	adult bis matur	
		n.d.	Inf.I ?	
36	268	w	ma-m	

Grab Nr.	Fz. Nr.	Geschlecht	Alter	Körperhöhe
		w?	ma-m	
		n.d.	ma-m	
		n.d.	Inf. I- Inf. II	
37	267	w	erw.	
		m?	matur bis senil	
<b>Horizont 1a oder 1b</b>				
39	251	m?	ma-sa	173cm
40		n.d.	0-1a	
54	278	m	senil	185 cm
		w	mind. matur	161 cm
55		m?	~2a	
56	276	w	adult bis matur	
		n.d.	adult bis matur	
		n.d.	Inf. I	
<b>Horizont 1c</b>				
47	279	n.d.	2-3a	
<b>Horizont 2</b>				
6\1	254	m	sa-mm	165cm
6\2	256	w	ma-m	
		w?	erw.	
		m?	erw.	
		n.d.	Inf. II - juv.	
		n.d.	4-6a	
		n.d.	neonat	
9	136	n.d.	neonat	
10	137	n.d.	1a	
11	138	n.d.	neonat	
		n.d.	0,5-1,5a	
		n.d.	<2a	
		n.d.	<2a	
12	135	m	matur?	
13	139	w?	3-5a	
14	140	n.d.	neonat	
15	141	w?	4-5a	
49\1	235	m?	sm-fs	168cm
49\2	223	n.d.	erw.	
		n.d.	Kind	
		n.d.	Inf. I	
		n.d.	Inf. II	
50		m	sa-mm	168cm
51	277	w?	6-7a	
52	249	m	17-20	171cm

### 8.3.3 Chronologische Bestimmung des Sterbealters anhand der Zuwachsringe im Zahnzement

**Tabelle A13:** Angegeben sind alle Individuen aus Zeholfing Horizont 1a-c und 2, von welchen ein Zahn für die Analyse entnommen werden konnte (n=20 für Horizont 1; n=4 für Horizont 2). Des Weiteren sind das Geschlecht, der entnommene Zahn, das Durchbruchsalter des entnommenen Zahns, der stabilste Wert aller Zählungen, sowie das chronologische und morphologische Sterbealter.

Grab Nr.	Fz. Nr.	Geschlecht	Zahn	Durchbr. Alter	stab. Wert	chr. Alter	morph. Alter
<b>Horizont 1a</b>							
3	236	m	14	10,43	19	29	47-66
5	237	m	35	11,61	19	31	34-53
16	259	m	44	10,9	19	30	40-60
17\1	253	m	25	11,22	23	34	47-60
17\2		m?	35	11,61	12	24	20-26
42	272	m	35	11,61	30	42	40-60
43	248	w	35	11,06	10	21	27-40
44		w	34	10,32	13	23	27-60
46	271	m?	24	10,43	5	15	11-14
56	274	w	P2 OK li?	10,87	6	17	20-26
<b>Horizont 1b</b>							
8	238	w	45	11,06	24	35	60-
22		nd	14	10,25	2	12	14-17
23	263	w	25	10,87	22	33	40-60
24	246	w	14	10,06	8	18	20-33
26	243	w	25	10,87	31	42	27-46
28\2	270	m	35	11,3	27	38	erw.
30	247	w	14	10,06	18	28	27-53
31	239	m	P? UK re	11,26	9	20	20-60
36	268	w	15	11,05	19	30	27-60
<b>Horizont 1a oder 1b</b>							
39	251	m?	45	11,61	10	22	27-40
<b>Horizont 2</b>							
6\1	254	m	45	11,61	24	36	34-53
49\1	235	m?	47	11,98	8	20	54-66
50		m	44	10,9	23	34	34-53
52	249	m	35	11,61	8	20	17-20

## 8.4 Sterbetafeln weiterer Gräberfelder

**Tabelle A14:** Sterbetafel der Bevölkerung von Altenerding (6.-7. Jhdt.) (n=1326)

x	a	D <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	q <sub>x</sub>	p <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	e <sup>0</sup> <sub>x</sub>
0 bis 6	7	168,5	127,1	1000	127,1	872,9	6555,15	33442,44	33,44
7 bis 12	6	140,5	105,95	872,9	121,37	878,63	4919,55	26887,29	30,8
13-19	7	129,5	97,66	766,95	127,34	872,66	5026,84	21967,74	28,64
20-39	20	436,5	329,19	669,29	491,85	508,15	10093,9	16940,9	25,31
40-59	20	222,5	167,8	340,1	493,38	506,62	5124	6847	20,13
60-79	20	228,5	172,32	172,3	1000	0	1723	1723	10

**Tabelle A15:** Sterbetafel der Bevölkerung von Staubing (6.-8. Jhdt.) (n=169)

x	a	D <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	q <sub>x</sub>	p <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	e <sup>0</sup> <sub>x</sub>
0- 6	7	27,2	161,33	1000	161,33	838,67	6435,35	31961,07	31,96
7- 12	6	15,7	93,12	838,67	111,03	888,97	4752,66	25525,72	30,44
13-19	7	15	88,97	745,55	119,33	880,67	4907,46	20773,06	27,86
20-39	20	43,5	258,01	656,58	392,96	607,04	10551,5	15865,6	24,16
40-59	20	56	332,15	398,57	833,35	116,65	4649,9	5314,1	13,33
60-79	20	11,2	66,42	66,42	1000	0	664,2	664,2	10

**Tabelle A16:** Sterbetafel der Bevölkerung von Etting (8. Jhdt.) (n=35)

x	a	D <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	q <sub>x</sub>	p <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	e <sup>0</sup> <sub>x</sub>
0- 6	7	2	57,1	1000	0,1	0,9	6800	27942,9	27,9
7- 12	6	4	114,3	942,9	0,1	0,9	5314,3	21142,9	22,4
13- 20	8	5	142,9	828,6	0,2	0,8	6057,1	15828,6	19,1
20- 24	5	5	142,9	685,7	0,2	0,8	3071,4	9771,4	14,3
25- 31	7	7	200	542,9	0,4	0,6	3100	6700	12,3
32- 38	7	4	114,3	342,9	0,3	0,7	2000	3600	10,5
39- 45	7	4	114,3	228,6	0,5	0,5	1200	1600	7
46-52	7	4	114,3	114,3	1	0	400	400	3,5
53- 59	7	0	0	0	/	/	0	0	/
60-		0	0	0	/	/	0	0	/

**Tabelle A17:** Sterbetafel der Bevölkerung von Sandau ( 8.-10. Jhdt.) (n=221)

x	a	D <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	l <sub>x</sub>	q <sub>x</sub>	p <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	T <sub>x</sub>	e <sup>0</sup> <sub>x</sub>
0- 6	7	77	348,42	1000	348,42	651,58	5780,53	23992,5	23,99
7- 16	10	38	171,95	651,58	263,88	736,12	5656,05	18211,97	27,95
17- 25	9	18	81,45	479,63	169,82	830,18	3950,15	12555,92	26,18
26- 39	14	30	135,75	398,18	340,93	659,07	4624,27	8605,77	21,61
40- 59	20	43	194,57	262,43	741,42	258,58	3302,9	3981,5	15,17
60- 79	20	15	67,87	67,86	1000	0	678,6	678,6	10

## IX. Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen bedanken, die zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt Frau **Prof. Dr. Gisela Grupe** für die Betreuung und Beratung dieser Arbeit, sowie für die Unterstützung bei der Bewältigung sämtlicher Probleme. Danke für die Vermittlung des Stipendiums. Vielen Dank für das zur Verfügung stellen der paläodemographischen Recherchen über das gesamte europäische Mittelalter.

Bedanken möchte ich mich auch bei **Prof. Dr. Dr. Elisabeth Weiss** die freundlicherweise die Zweitkorrektur dieser Arbeit übernahm.

Danke an die **Volkswagenstiftung**, durch die das „Projekt Altbaiern“ gefördert wurde. Besonders möchte ich mich bei Herrn **Prof. Dr. Hagen Hof** bedanken, der stets großes Interesse am „Projekt Altbaiern“ zeigte.

Mein Dank gilt auch dem Projektleiter Herrn **Dr. Thomas Meier** vom Institut für Vor- und Frühgeschichte und provinzialrömische Archäologie der Ludwig-Maximilians-Universität München, der in endlosen Besprechungen bemüht war, die einzelnen Projektteile zusammenzuführen.

Danke an Frau **Susanne Bischler M.A.**, vom Institut für Paläoanatomie und Geschichte der Tiermedizin der Ludwig-Maximilians-Universität München, welche ebenfalls am „Projekt Altbaiern“ mitarbeitete und mir freundlicherweise das Tierknochenmaterial zur Verfügung stellte. Ich wünsche ihr viel Erfolg für ihre eigene Dissertation.

Bedanken möchte ich mich auch bei Herrn **Dipl.-Biol. Peter Blänkle**, welcher mir Zahn- und Knochenproben und letztlich auch das gesamte Kelheimer Skelettmaterial zur Verfügung stellte.

Danke auch an **Dr. Ulrich Struck** vom GeoBio Center München für die Isotopenmessung.

Auch möchte ich mich bei Frau **Sandy Reh** sowie bei Frau **Dr. Anja Staskiewicz** von der Staatssammlung für Anthropologie und Paläoanatomie München bedanken, die immer ein offenes Ohr für meine Fragen und Probleme hatten. Anja hat außerdem das Zeholfinger Material morphologisch befundet und war mir eine moralische Stütze während der gesamten Zeit meiner Promotion.

Ein herzliches Dankeschön geht an die gesamte Arbeitsgruppe Anthropologie. Besonders danken möchte ich Frau **Dipl.-Biol. Angela Hilz**, die mir im Labor hilfreich zur Seite stand, Frau **Dipl.-Biol. Heidi Herbst**, die mit ihrer Diplomarbeit wesentlich zum Gelingen der vorliegenden Dissertation beigetragen hat und auch einen Teil der Unteriglinger Zahnschnitte nachgezählt hat, sowie Frau **Dipl.-Biol. Sandra Lösch**, die auch am „Projekt Altbaiern“ mitarbeitete und mit der ich am engsten zusammenarbeitete.

Ich wünsche Heidi und Sandra für ihre eigenen Dissertationen alles Gute und viel Erfolg.

Natürlich möchte ich auch Frau **Dipl.-Biol. Julia Eckel** nicht vergessen, die einen Teil des Unteriglinger Skelettmaterials gewaschen hat.

Ein herzliches Dankeschön an meine Eltern, **Hans und Doris**, meinen Bruder **Sandro** und **Daniela**, ohne deren Hilfe und Unterstützung das gesamte Studium nicht möglich gewesen wäre.

Ein besonders liebevoller Dank gilt meinem Freund **Alex**, der immer geduldig meine Launen ertrug, mir stets eine große Hilfe war und mich in allem unterstützte. Vielen Dank für die großartige Hilfe bei allen mathematischen und computertechnischen Problemen. Ich wünsche ihm für seine Dissertation alles Gute und viel Erfolg.

Mein größter Dank gilt meiner Schwester **Beatrice**. Sie hat sich wie niemand sonst für die Arbeit interessiert und war immer da, wenn ich sie gebraucht habe. Sie hat ihre Sommerferien geopfert um

mir beim waschen der Unteriglinger Skelette zu helfen, hat mich oft zum Lachen gebracht und mich ermuntert weiterzumachen.  
Ich wünsche ihr für ihren weiteren Lebensweg alles Gute und viel Erfolg.

## **X. Lebenslauf**

### **Persönliche Daten:**

Name, Vorname	Strott, Nadja
Anschrift	Albert-Roßhaupter-Str. 16 81369 München
Geburtsort	Bad Brückenau
Geburtsdatum	22.05.1976
Staatsangehörigkeit	deutsch
Familienstand	ledig, keine Kinder

### **Schulbildung:**

1982-1984	Grundschule Weichersbach
1984-1985	Albert-Schweizer Grundschule Lehrte
1985-1986	Grundschule Gaimersheim
1986-1987	Hauptschule Gaimersheim
1987-1989	Katharinen Gymnasium Ingolstadt
1989-1996	Dante Gymnasium München Abschluss: Abitur

### **Studium:**

Oktober 1997-Juli 2002	Studium der Biologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München Abschluss: Diplom-Biologin Univ. Hauptfach: Anthropologie 1. Nebenfach: Neurobiologie 2. Nebenfach: Zellbiologie 3. Nebenfach: Pharmakologie/Toxikologie Thema der Diplomarbeit: „Strukturauffälligkeiten des Zahnzements an Bestattungen des ersten katholischen Friedhofs Berlins (St. Hedwigs-Friedhof, Berlin-Mitte, 1777- 1834)
2002-2005	Histomorphometrische Untersuchungen der Knochenmikrostruktur von Säugetieren und Vögeln

Juni 2003 - November 2006

Promotionsstudium der Biologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München

Thema der Dissertation (gefördert durch die Volkswagen-Stiftung): „Paläodemographie frühmittelalterlicher Bevölkerungen Altbaierns - Diachrone und allopatrische Trends“

**berufliche Tätigkeiten:**

1996-1998

Tätigkeit bei der Caritas Sozialstation München (Fürstenried-West)

2001-2003

wissenschaftliche Hilfskraft im Institut für Anthropologie; u.a. Mitarbeit an DFG-Projekten, Praktikumsbetreuung; Lektorentätigkeit

## **XI. Publikationen**

### **Publikationen:**

Strott N. & Grupe G., 2003: Strukturauffälligkeiten des Zahnzements von Bestattungen des ersten katholischen Friedhofs Berlins (St. Hedwigs-Friedhof Berlin-Mitte, 1777-1834). *Anthropologischer Anzeiger* 61, 203-213

Strott N., 2005: Histomorphometric examination on different poultry species. IN: Grupe G. & Peters J. (eds): *Feathers, Grit and Symbolism. Birds and Humans in the Ancient Old and New Worlds. Documenta Archaeobiologiae* 3, 83-94.

Czermak A., Ledderose A., Strott N., Meier Th. & Grupe G., 2006: Social Structures and Social Relations - An Archaeological and Anthropological Examination of three Early Medieval Separate Graveyards in Bavaria. *Anthropologischer Anzeiger*, im Druck

Dittmann K., Grupe G., Manhart H., Peters J. & Strott N., 2006: Histomorphometry of mammalian and avian compact bone. IN: Grupe G. & Peters J. (Hrsg.): *Documenta Archaeobiologia* 4, im Druck

Czermak A., Gaugler P. & Strott N.: in Vorb.: Is social stratification traceable on skeletal remains? - Investigations on early medieval separated burial grounds in Bavaria. IN: Grupe G. & Peters J. (Hrsg.): *Documenta Archaeobiologie* 5 (in Vorb.)

### **Kongressteilnahmen:**

16.-17.3.2003: Anthropologensymposium der GfA, Seewiesen:  
Vortrag: „Strukturauffälligkeiten des Zahnzements von Bestattungen des ersten katholischen Friedhofs Berlins (St. Hedwigs-Friedhof Berlin-Mitte, 1777-1834).“

26.7.-28.7.2004: Birds and humans in the ancient Old and New Worlds.  
Proceedings of the 5th Meeting of the ICAZ Bird Working Group in Munich  
Vortrag: “Histomorphometric examination of bone microstructure in different poultry species”

13.9.-16.9.2005: 6. Kongress der Gesellschaft für Anthropologie, München  
Postervortrag: “Anthropological examination of graveyards in medieval Bavaria (Unterigling (8.-9. ct.), Zeholfing (10.-13. ct.) and Petersberg (10.-15. ct.) and their comparison.”

## **XII. Erklärung**

Hiermit erkläre ich, die vorliegende Dissertation „Paläodemographie frühmittelalterlicher Bevölkerungen Altbaierns - Diachrone und allopatrische Trends“ selbständig verfasst zu haben und dabei keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt zu haben.

München, November 2006

Nadja Strott