

Tatort Riedling?

Archäometrische Befunderhebung an einer ungewöhnlichen Dreifachbestattung aus einem Grabenwerk der Münchshöfener Kultur in Riedling, Landkreis Straubing-Bogen

JAN CEMPER-KIESSLICH^{1,7}, FABIAN KANZ^{2,7}, CHRISTIANE MARIA BAUER³, EVA MARIA WILD⁴,
WALTHER PARSON³, FRANZ NEUHUER¹, LUDWIG HUSTY⁵ UND MARK R. MC COY^{6,7}

¹Universität Salzburg, Interfakultärer Fachbereich Gerichtsmedizin, Ignaz Harrer-Straße 79, A-5020 Salzburg. phone: ++43-(0)662-8044-3804, mail: jan.kiesslich@sbg.ac.at / franz.neuheber@sbg.ac.at

²Medizinische Universität Wien, Department für Gerichtsmedizin, Abteilung für Forensische Anthropologie, Sensengasse 2, A-1090 Wien, phone: ++43-(0)1-4277-65741, Fabian.Kanz@meduniwien.ac.at

³Medizinische Universität Innsbruck, Institut für Gerichtliche Medizin, Müllerstraße 44, A-6020 Innsbruck. mail: christiane.bauer@student.i-med.ac.at und walther.parson@i-med.ac.at

⁴Universität Wien, Fakultät für Physik, Isotopenforschung – VERA-Laboratorium, Währingerstraße 17 (Kavallerstrakt), A-1090 Wien. phone: ++43-(0)1-4277-51704, mail: Eva.Maria.Wild@univie.ac.at

⁵Kreisarchäologie Straubing-Bogen / Kulturforum Oberalteich, Klosterhof 1, D-94327 Bogen. phone: ++49-(0)9422-505650, mail archaeologie@landkreis-straubing-bogen.de

⁶Paracelsus Medizinische Privatuniversität, Institut für Radiologie, Division für Neuroradiologie, Ignaz Harrer-Straße 79, A-5020 Salzburg, phone: ++43-(0)662-4483-56166, mail: Ma.McCoy@salk.at

⁷CAMAS – Center of Archaeometry and Applied Molecular Archaeology – c/o Universität Salzburg, Interfakultärer Fachbereich Gerichtsmedizin, Ignaz Harrer-Straße 79, A-5020 Salzburg, mail: archaeometrie@sbg.ac.at

Einleitung – archäologische Basisdaten (siehe Beitrag Husty in diesem Band)

Der niederbayerische Landkreis Straubing-Bogen präsentiert sich aufgrund seiner günstigen geologischen, geobotanischen und hydrologischen Ausstattung als bemerkenswert fundreiches Gebiet. Belege für eine intensive vor- und frühgeschichtliche Siedlungstätigkeit lassen sich bis Altneolithikum, etwa um die Mitte des 6. vorchristlichen Jahrtausends nachweisen. Ein großflächiger Lehmbau im südlichen Landkreis (Riedling bei Oberschneiding) wird seit 2007 archäologisch begleitet, wobei bereits in der ersten Grabungskapagne 2007 Teile eines großen zweiphasigen Grabenwerkes entdeckt wurden. Zahlreiche kulturtypische Funde sowie eine Reihe von ¹⁴C-Daten ergaben eine Einordnung der Funde in die Münchshöfenzeitliche Periode, also ca. in die zweite Hälfte des 5. vorchristlichen Jahrtausends. Neben der Größe und Form sowie einigen weiteren ungewöhnlichen Aspekten verdient eine 2010 gefundene Bestattung (Befund 440) besondere Aufmerksamkeit: In einer Großgrube fanden sich drei in Hockstellung bestattete Individuen, wobei zwei augenscheinlich Erwachsene (Individuen 603 und 607) mit dem Gesicht zueinander lagen und ein drittes, vermutlich jungdliches

Individuum (602) um 180° gespiegelt zu den beiden ersteren aufgefunden wurde (siehe Abbildung 1).

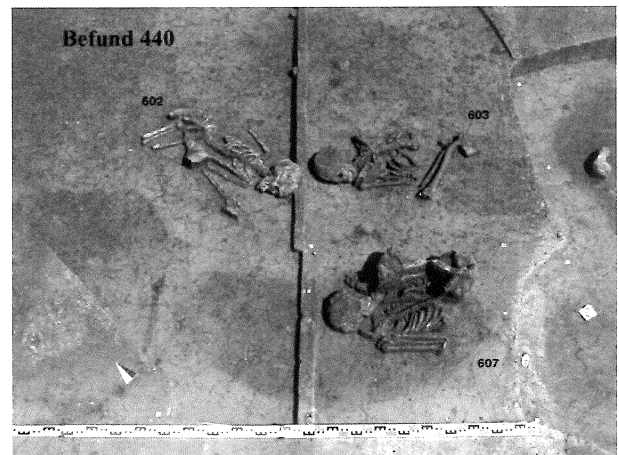


Abbildung 1: Riedling, Befund 440, Individuen 602, 603 und 607 (G. Meixner, ArcTeam, Regensburg, 2010)

Die physisch hervorragend erhalten scheinenden postcranialen Skelette wurden aus dem feuchten Lehmboden geborgen und luftgetrocknet, was eine massive Fragmentierung der Knochen zur Folge hatte. Die Schädel wurden im Block mit anhaftendem Erdreich feucht geborgen, in Frischhaltefolie eingewickelt und anschließend kühl (4°C) bis zur weiteren Untersuchung gelagert.

PMI / Radiocarbondatierung

Für die Abschätzung des postmortalen Intervalls (PMI) für diese Bestattungsgruppe wurde aus dem Wadenbeinschaft des Individuums 602 ein ca. 5 cm langes Knochenfragment herausgesägt und mit der ^{14}C -Methode mittels Beschleunigermassenspektroskopie (*Accelerator Mass Spectrometry, AMS*) datiert. Das ^{14}C -Alter der Probe (VERA - 5566) wurde mit 5380 ± 40 Jahren BP (*before present, present=1950 AD*) bestimmt. Nach der Kalibrierung ergaben sich für den Zeitbereich, in den das tatsächliche Alter der Probe mit einer Wahrscheinlichkeit von 95,4% fällt, 3 Teilintervalle (siehe Abbildung 2): 4340 bis 4220 BC mit 61,5 % Wahrscheinlichkeit, 4210 bis 4150 BC (17,6 %) und 4140 bis 4050 BC (16,3 %), die jeweils durch einen zeitlichen Abstand von nur 10 Jahren getrennt sind. Auffällig war der niedrige Kollagengehalt (weniger als 1 % der Ausgangsmenge) der Probe: Eine Kollagenausbeute von 1% der eingesetzten Ausgangsmenge wird von manchen ^{14}C Labors als Limit für Knochen, die ein verlässliches ^{14}C -Alter ergeben, angesehen. Die vorliegende Datierung (4340 bis 4050 BC mit 95,4 %) passt dennoch sehr gut in die Zeitstellung der Münchshöfener Periode und stimmt mit den präliminär erhobenen ^{14}C -Daten überein.

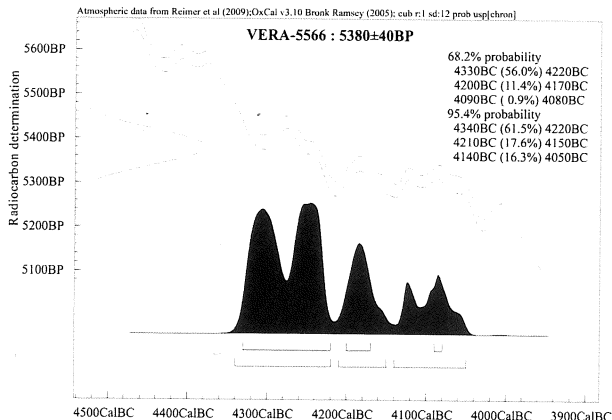


Abbildung 2: Kalibriertes ^{14}C -Alter der Knochenprobe Individuum 602, VERA ID 5566

Physische Anthropologie

Aufgrund der extensiven Fragmentierung der postcranialen Skelettanteile nach Bergung und Auftrocknung war keine anthropologisch-morphometrische Beurteilung hinsichtlich Körpergröße, Arbeitsbelastung, biologisches Geschlecht und Sterbealter möglich.

Anhand der feucht geborgenen Schädel konnten aus anthropologischer Sicht folgende Daten erhoben werden (White et Folkens 2005, pp 365, 367-8):

Befund 440 / Individuum 602: Die makroskopische

Begutachtung des Gebisses zeigt eine markante Zahnücke zwischen den Oberen mittleren Schneidezähnen (*Diastema centrale*) sowie eine Fehlstellung des rechten oberen Eckszahns (siehe Abbildung 3a).



Abbildung 3a&b: Befund 440 / Individuum 602, Zahnstatus rechts vorne (Cemper-Kiesslich, 2011)

Die Ausformung des Gesichtsschädels (soweit beurteilbar) und der Abkaugegrad der sichtbaren Zähne (vgl. Abbildung 3b) läßt auf eine junge (juvenile / frühadult) Frau schließen

Befund 440 / Individuum 603: vermutlich männlich, spätadult.

Befund 440 / Individuum 607: vermutlich männlich, frühadult bis adult, keine Abrasion an beurteilbaren Molaren zu erkennen.

Obwohl die Zähne an anatomisch korrekter Position vorgefunden und augenscheinlich ausgezeichnet erhalten sind, scheiterte der Versuch, Proben für eine Sterbealterbestimmung mittels Zahnzementanalyse (TCA, Wittwer-Backofen et al. 2008) zu gewinnen: Geringfügige Krafteinwirkung führte zum Abbrechen der Zähne direkt unter der Krone.

Archäoradiologie (Chhem et Brothwell 2008):

Sämtliche Untersuchungen wurden auf einem Philips 10 Zeiler Gerät mittels Spiralcomputertomographie durchgeführt. Das nicht-invasive bildgebende Verfahren der Radiographie bietet sich besonders für Fälle, wie den vorliegenden an, zumal hier eine Untersuchung mit herkömmlichen makroskopisch-morphometrischen Methoden aufgrund der feucht-gelagerten Stückbergung nicht möglich ist. Eine Entfernung des Lehms aus dem Liegemilieu hätte eine Zerstörung der in situ befindlichen, cranialen Skelettelemente zur Folge gehabt (vergleiche oben). Gemäß einschlägiger Erfahrungen bei der radiologischen Untersuchung archäologischer Objekte ist eine Bildgebung auf medizinischen Computertomographen bei stark mineral- und wasserhaltigen und damit sehr röntgendichten Gegenständen nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich. Aufgrund der kurzen Exposition und der vergleichsweise schwachen Röntgenstrahlung, die im humanmedizinischen Bereich zur Anwendung kommt sind Strukturen mit annähernd gleicher und hoher Röntgendichte erst durch extensive Nachbearbeitung abbildbar. Die drei untersuchten Schädelkette des Befundes 440 zeigten sich teilweise stark komprimiert, die Kalotte allesamt frakturiert und vollständig mit feuchtem Lehm verfüllt und in diesen eingebettet. Luftgefüllte Bereiche konnten lediglich in Trocknungs-zonen des Lehms festgestellt werden.

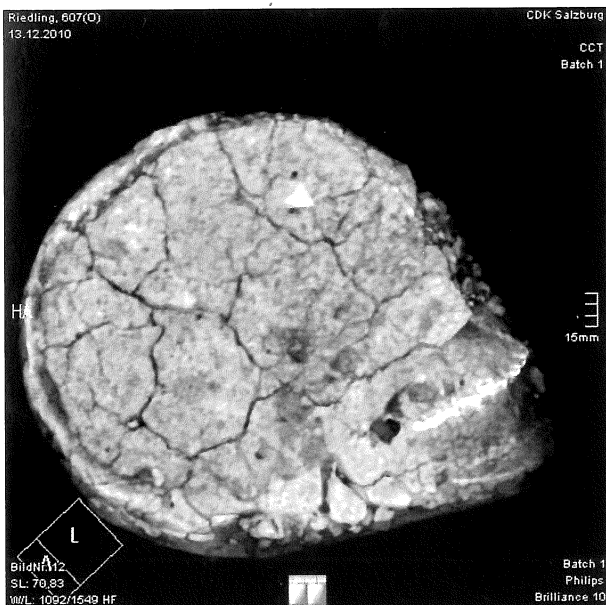


Abbildung 4: 2D-Rekonstruktion Schädel Befund 440, Individuum 607 (Mc Coy, 2010)

Die Radiographie verwendet sog. Hounsfield-Einheiten (HE) als Maß für die Abschwächung einer monochromatischen Röntgenstrahlung, welche ein Objekt durchdringt. Der feuchte umgebende

Lehm misst in dieser Untersuchung ca. 1100 HE. In Relation dazu zeigen sich die knöchernen Anteile massiv entkalkt: Für die Kalotten wurden ca. 840 HE gemessen, im Dentin sogar nur etwa 650 HE – eine rezente, kalkdichte Schädelkalotte misst der Erfahrung nach ca. 1490 HE. Lediglich das Amelium (Zahnschmelz) ist mit einer relativ hohen Dichte von etwa 1840 HE darstellbar. In den folgenden Abbildungen erscheint unüblicher Weise die verbliebene knöcherne Matrix (vgl. Abbildung 4 – links oben, bogenförmig nach unten verlaufend) folglich dunkler als der umgebende Lehm, lediglich die Zahnkronen (vgl.: Abbildung 4 – rechts mittig) treten deutlich hell hervor.

In der Gesamtübersicht können bei allen drei Schädeln grabungs- und bergungsbedingte Defekte an der Kalotte erkannt werden.

Es zeigen sich bei allen drei untersuchten Individuen vollständig erhaltene Gebisse, die Zähne – soweit beurteilbar – in anatomisch korrekter Position, ohne Anzeichen von Karies oder sonstigen auffälligen pathologischen Veränderungen. Der radiologische Zahnstatus legt bei allen drei Individuen ein Sterbealter von juvenil/frühadult nahe.

Zwei der Schädelkette zeigen unter der geborstenen Kalotte röntgendichte, annähernd dreieckige Strukturen (1506 bzw. 1276 HE messend) von einigen cm Größe, welche als eine fragliche Pfeilspitze interpretiert werden kann – vgl. Abbildung 5.

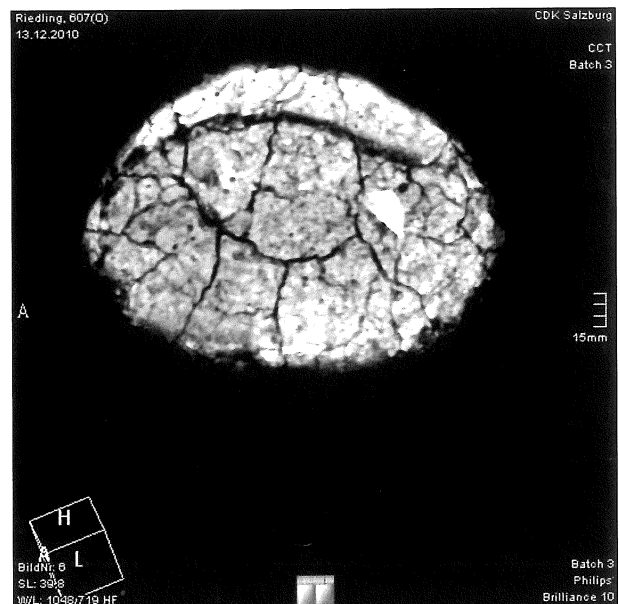


Abbildung 5: 2D-Rekonstruktion Befund 440, Individuum 607, Detaildarstellung Pfeilspitze, fraglich (Mc Coy, 2010)

Zur Prüfung dieser Hypothese wurde der Schädel des Individuums 607 partiell von der Frischhaltefolie befreit und im rechten Frontalbereich des Gehirnschädels mittels Pinsel, Skalpell und Spatel

zunächst der anhaftende Lehm entfernt. Die Schädelkalotte, in der CT-Rekonstruktion gut sichtbar, war makroskopisch kaum zu erkennen, jedenfalls aber dem Lehm an Struktur und Konsistenz sehr ähnlich. Das Freilegen des fraglichen Bereichs, in welchem nach der dreidimensionalen Rekonstruktion die „Pfeilspitze“ zu finden sein sollte, ergab keinen entsprechenden Befund – obgleich ein optisch zum umgebenden Lehm heller erscheinender Bereich festgestellt werden konnte – vgl. Abbildung 6.

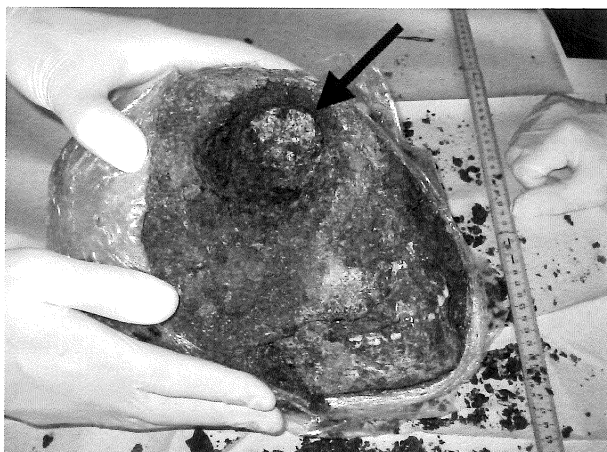


Abbildung 6: Schädel Individuum 607 nach Freilegen des Bereichs der dreieckigen Struktur hoher Röntgendichte - fragile Pfeilspitze? (Cemper-Kiesslich, 2011)

Dieser Bereich wurde in einigen Fragmenten aus dem Schädel herauspräpariert und noch einmal radiologisch untersucht. Die zunächst beobachtete dreieckige Struktur konnte analog zur Gesamtaufnahme nicht wiedergefunden werden, allerdings zeigte das „Excissat“ eine annähernd gleiche Röntgendichte (ca. 1500 / 1300 HE).

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungen konnte nicht schlüssig geklärt werden, ob es sich bei der dreieckigen, röntgendichten Struktur tatsächlich um eine Pfeilspitze gehandelt hat. Die Überreste zeigten sich allesamt stark entkalkt und von der Matrix des Liegemileus durchsetzt. Überdies konnten keine Verletzungen der Schädelkalotte nachgewiesen werden, die einer eingedrungenen Pfeilspitze entsprechen würden. Aufgrund der starken Fragmentierung der Schädelkalotte und der grabungsbedingten Defekte der selbigen kann dies aber auch nicht ausgeschlossen werden. Eine physische Abgrenzung der fraglichen Pfeilspitze nach der Präparation war makroskopisch nicht möglich, die Konsistenz des Materials entsprach, wie die der knöchernen Anteile, dem feuchten Lehm des Liegemileus.

aDNA-Analytik:

Für die DNA-Analyse wurden aus dem Befund 440 insgesamt 7 Proben entnommen:

- Individuum 602: Röhrenknochenfragment (Proben ID# D035044)
Zahnfragmente (Proben ID# D038091)
- Individuum 603: Röhrenknochenfragment, linker Arm (Proben ID# D035043)
Röhrenknochenfragment, linker Arm (Proben ID# D035046)
Zahnfragmente (Proben ID# D038092)
- Individuum 607: Röhrenknochenfragment – Oberarm-schaft (Proben ID# D035045)
Zahnfragmente (Proben ID# D038093)

Ziel der DNA-Untersuchungen war die Bestimmung des biologischen Geschlechts und der Verwandtschaft sowie eine ethnisch geographische Abschätzung anhand autosomaler, ggf. Y-chromosomaler und mitochondrialer Merkmale und Merkmalskombinationen.

Die Proben wurden unter allgemein anerkannten Maßnahmen zur Kontaminationsvermeidung in einem forensisch-molekularbiologischen Labor gemäß den Richtlinien der DIN EN/ISO IEC 17025 Richtlinien bearbeitet (z.B. Cemper-Kiesslich et al. 2010 oder (Hummel, 2003, pp 131-157).

Bei den Röhrenknochenfragmenten wurde nach dem Abtragen oberflächlich anhaftenden Erd- und Lehmreste die äußere Oberfläche mechanisch entfernt und darunter liegendes Knochenmaterial aus der Kompakta mit einer Fräse herauspräpariert. Die Zahnfragmente wurden zur Oberflächendekontamination in 30 ml 75 % EtOH 20 Minuten in einem Ultraschallbad inkubiert, danach mit 100% EtOH gewaschen und noch mal 15 Minuten mit Ultraschall behandelt. Nach einem weiteren Waschschritt mit 100 % EtOH wurden die Zahnfragmente ca. 3 Stunden bei 60 °C getrocknet. Der weitere physikalische Aufschluss erfolgte in einer Retsch MM200 Kugelmühle. Vom Knochen- und Zahnpulver wurden jeweils ca. 250 mg in ein 1,5 ml Eppendorf Gefäß eingewogen und mit 625 µl 0,5 M EDTA-Lösung versetzt, unter ständigem Wenden ca. 48 Stunden dekalzifiziert, gefolgt von einer Proteinase K-Behandlung in Beisein von Dithiothreitol (reduzierende Bedingungen). Die DNA-Aufreinigung erfolgte mittels einer Qiagen M48-Plattform: aus 250 µl Lysat bzw. Rohextrakt wurden 50 µl gereinigte DNA hergestellt (Cemper-Kiesslich et al 2011). Für die Identifizierung des biologischen Geschlechts und zur Feststellung der Verwandtschaft (Elternschaft) wurden von jedem der DNA-Extrakte 5 µl zunächst mit 34 Zyklen (hohe Empfindlichkeit) und

dann mit 45 Zyklen (sehr hohe Empfindlichkeit) mittels Polymerase-Kettenreaktion (AmpFISTR™ Identifiler PLUS und AmpFISTR™ Minifiler, Applied Biosystems) untersucht. In 52 Einzelanalysen (7 Proben) bezüglich nucleärer DNA konnte in keiner der extrahierten Präparate nucleäre menschliche DNA nachgewiesen werden. Auf eine Untersuchung Y-chromosomaler Merkmale wurde aufgrund dieses (negativen) Befundes verzichtet.

Aufgrund ihrer stabileren Beschaffenheit kann sich mitochondriale DNA in archäologischen Skelettfunden generell besser und länger erhalten als nucleäre DNA und liegt zudem in einer ca. 1000-fach höheren Kopienanzahl vor (Gabriel et al. 2001) – folglich ist eine erfolgreiche Typisierung der mtDNA erfahrungsgemäß signifikant wahrscheinlicher.

Im Vorfeld zur Sequenzierung der mitochondrialen Kontrollregion für die Feststellung des Haplotyps (Eichmann et Parson 2008) wurden alle DNA-Extrakte inklusive Extraktionsleerwert (Proben ID# D039356) auf mtDNA quantifiziert (Niederstätter et al. 2007). Diese sehr sensitive und stabile *real time PCR* eignet sich hervorragend für Proben dieser Art: Ein kurzes Stück von 143 Basenpaaren innerhalb der mtDNA wird amplifiziert und detektiert. Überdies können mit Hilfe der internen Positivkontrolle (IPC) unter Umständen vorhandene Inhibitoren („unerwünschte“ Beimengungen der DNA aus dem Lysat /Rohextrakt, vgl. oben) festgestellt werden.

Proben ID# / Individuum, Bef. 440	Ct mtDNA	Ct IPC	Qty (mtGE/μL)
Proben ID# D035043 / Indiv. 603	nicht bestimmbar	32,0918	keine Angabe
Proben ID# D035044 / Indiv. 602	nicht bestimmbar	31,6512	keine Angabe
Proben ID# D035045 / Indiv. 607	nicht bestimmbar	32,0000	keine Angabe
Proben ID# D035046 / Indiv. 603	nicht bestimmbar	31,8674	keine Angabe
Proben ID# D038091 / Indiv. 602	nicht bestimmbar	32,6230	keine Angabe
Proben ID# D038092 / Indiv. 603	nicht bestimmbar	33,4484	keine Angabe
Proben ID# D038093 / Indiv. 607	nicht bestimmbar	32,5448	keine Angabe
Proben ID# D039356 / Leerkontr.	nicht bestimmbar	32,5600	keine Angabe

Im Zuge der Quantifizierung konnte bei keiner Probe mtDNA nachgewiesen werden (siehe obige Tabelle, Ct mtDNA), weshalb keine Berechnung im Extrakt vorhandener mitochondrialer Genomäquivalente ($Qty\ mtGE/\mu l = Quantity\ mitochondrial\ Genome\ Equivalent\ per\ \mu l$) erfolgen konnte und folglich auf die Sequenzierung der Kontrollregion verzichtet wurde. Außerdem konnten Inhibitoren (wie z.B. Huminsäure, typisch bei erdgelagerten Knochen) und damit falsch negative Analysen ausgeschlossen werden (siehe obige Tabelle Ct IPC – die weitgehend gleichen Werte belegen die Abwesenheit störender Faktoren). Vermutlich aufgrund des Alters (ca. 6200 Jahre), der feuchten Lagerung (für die

DNA ungünstige Diagenese) und der Beschaffenheit der Proben war weder nucleäre noch mitochondriale DNA nachzuweisen.

Nachdem in keiner der untersuchten Proben und in keinem Kontrollextrakt menschliche DNA nachgewiesen werden konnte, darf davon ausgegangen werden, daß keinerlei Kontaminationen durch Dritte (falsch positive Proben) vorhanden waren.

Zusammenfassung und Diskussion:

Die außergewöhnliche Lage der drei untersuchten Individuen aus dem Befund 440 hat diese für eine erste archäometrische „Sondierung“ prädestiniert. Das vermutete Alter von ca. 6200 Jahren konnte mittels ¹⁴C AMS-Datierung an zwei unabhängigen Labors an unterschiedlichem Fundgut valide bestätigt werden. Eine eingehende physische Anthropologie war bedingt durch die extensive Fragmentierung des postcranialen, getrockneten Skelettmaterials nicht möglich. Eine ungefähre Alters- und Geschlechtsabschätzung anhand des Zahnstatus geht von einer Frau und zwei Männern in den frühen 20ern aus. Auffällig waren in der radiologischen Untersuchung der feucht, im Block geborgenen Schädel, eine dreieckige, röntgendichte Struktur im vorderen Stirnhirnbereich beim Individuum 607, welcher mit den Resten einer Pfeilspitze erklären werden könnte.

Eine Präparation des in Frage kommenden Bereiches und nochmalige computertomographische Untersuchung des Excissats konnte diese Hypothese nicht weiter erhärten. Erfahrungsgemäß sind erdgelagerte Objekte mit hohem Feuchtigkeitsgehalt, wie in diesem Fall radiologisch schwer zu interpretieren. Die hier beschriebene dreieckige Struktur ist vermutlich auf ein Artefakt bei der Rekonstruktion (MIP, Maximum Intensity Projection) zurückzuführen; zudem wäre für ein Objekt aus Stein oder Metall eine höhere Röntgendichte zu erwarten.

Die molekular-archäologische Untersuchung zur Bestimmung des biologischen Geschlechtes, des Verwandtschaftsgrades sowie der ethnisch-geographischen Zugehörigkeit konnte aufgrund der nicht oder unzureichend erhaltenen (nucleären wie mitochondrialen) DNA nicht erfolgreich abgeschlossen werden. Kontaminationen durch Dritte konnten ausgeschlossen werden.

Danksagung:

Diese Studie wurde vom Österreichischen Wissenschaftsfond FWF (P22880-B12) unterstützt.

Literatur

Cemper-Kiesslich, J./ Neuhuber, F., et al. 2010. Gene aus alten Knochen - Alte DNA & molekulare Archäologie - Ein Überblick über die Methodik der molekularbiologischen Spurenanalytik an biogenen Überresten mit einem praktischen Leitfaden für die Probennahme und Aufbewahrung. Tagungsband zum Ersten Österreichischen Archäometrikongress, 15. - 17. Mai 2009. Cemper-Kiesslich, J. Salzburg. 1: 24-41.

Cemper-Kiesslich, J./ Schwarz, R., et al. 2011. Dialysis vs. Qiagen M48 Two Alternative Procedures for Purifying Ancient DNA from Bone and Teeth Extracts. Tagungsband zum Zweiten Österreichischen Archäometrikongress, 13. & 14. Mai 2010. Cemper-Kiesslich, J. Salzburg. 2: 121-124.

Chhem, R. / Brothwell, D.R. 2008. Paleoradiology: imaging mummies and fossils. Berlin ; New York, Springer.

Eichmann, C. / Parson, W. 2008. 'Mitominis': multiplex PCR analysis of reduced size amplicons for compound sequence analysis of the entire mtDNA control region in highly degraded samples. *Int J Legal Med* 122(5): 385-388.

Gabriel, M.N./ Huffine, E.F., et al. 2001. Improved MtDNA sequence analysis of forensic remains using a mini-primer set amplification strategy. *J Forensic Sci* 46(2): 247-253.

Hummel, S. 2003. Ancient DNA Typing - Methods, Strategies and Applications. Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag.

Husty, L. / Meixner, G. (2009). Ein neues Münchshöfener Grabenwerk in Riedling, Gde. Oberschneiding, Lkr. Straubing-Bogen - Erster Vorbericht zu den archäologischen Grabungen des Jahres 2007. 27. Niederbayerischer Archäologentag, Rahden, Westfahlen, Verlag Marie Leidorf GmbH.

Niederstatter, H./ Kochl, S., et al. 2007. A modular real-time PCR concept for determining the quantity and quality of human nuclear and mitochondrial DNA. *Forensic Sci Int Genet* 1(1): 29-34.

White, T.D. / Folkens, P.A. 2005. The human bone manual. Amsterdam; Boston, Elsevier Academic.

Wittwer-Backofen, U./ Buckberry, J., et al. 2008. Basics in paleodemography: a comparison of age indicators applied to the early medieval skeletal sample of Lauchheim. *American Journal of Physical Anthropology* 137(4): 384-396.