

Bemerkungen zur kritischen Beurteilung von Brandknochen

Joachim Wahl

Vorbemerkung

Die Beschäftigung mit verbrannten Skelettresten ist eine gleichermaßen komplexe wie faszinierende Tätigkeit. Sie setzt Konzentrationsvermögen, langjährige Erfahrungen, detaillierte osteologische Kenntnisse sowie großes Finger-spitzengefühl sowie detektivische Fähigkeiten voraus und stellt damit für jeden Bearbeiter eine echte Herausforderung dar. Bei der Untersuchung und Deutung von Leichenbränden müssen jedoch im Gegensatz zu unverbranntem Knochenmaterial eine Vielzahl verschiedenster wärmeinduzierter Veränderungen berücksichtigt werden, die u. a. Einfluss auf alle Form- und Größenmerkmale nehmen.

Die Anfänge einer wissenschaftlichen Beurteilung von Brandknochen aus Urnen reichen bis ins 16. und 17. Jh. zurück (HERRMANN 1980; WAHL 1982, 4ff.). Schon damals wurden verschiedene anatomische Regionen unterschieden und das Phänomen an diskutiert, dass u.U. Reste von zwei oder mehreren Personen in einem Leichenbrandbehälter enthalten sein können. Man erkannte den diagnostischen Wert von Zahnresten und die Problematik von Tierknochenbeimengungen. Schon zu Beginn des 18. Jh. waren im Prinzip alle wesentlichen Gesichtspunkte einer modernen Leichenbranduntersuchung formuliert: Die Fragen nach Alter, Geschlecht, konstitutionellen Unterschieden und sozialer Stellung, Anzahl der repräsentierten Individuen sowie die Differenzierung von Menschen- und Tierknochen. Bis in die zweite Hälfte des 19. Jh. konzentrierte sich die Forschung dann insbesondere auf die ethnische Zugehörigkeit vorgeschichtlicher Denkmäler und Funde. So hielt man z. B. Brandgräber für germanisch und Körpergräber für slawisch (GUMMEL 1938, 182). Noch um die Jahrhundertwende wurden ausgegrabene Urnen als Einmach- oder Farbtöpfe zweckentfremdet und zu Beginn der 20er Jahre, mancherorts sogar noch bis nach dem Krieg, der enthaltene Leichenbrand als wissenschaftlich wertlos verworfen. Die ersten intensiven Leichenbrandbearbeitungen der Neuzeit wurden Ende der 20er Jahre in Polen und einige Jahre später auch in Deutschland publiziert. Ein Boom folgte dann in den 60er bis 80er Jahren, so dass in einem 1987 erschienenen Sammelwerk bereits weit über 600 Arbeiten zu diesem Thema erfasst werden konnten (LANGE et al. 1987).

Inzwischen steht ein umfassendes Instrumentarium unterschiedlichster morphognostischer, mathematisch-statistischer, experimenteller und histologischer Ansatzpunkte zur Verfügung, das es erlaubt, nahezu alle Aspekte der Feuereinwirkung auf Knochen sowie deren Nachweis und Auswirkungen beleuchten zu können.

Trotzdem ist dieser Problemkomplex auch heute noch aktuell. Durch die Bearbeitung einer immer größeren Zahl von Leichenbränden aus verschiedenen Epochen und Regionen kristallisieren sich im Rahmen der routinemäßigen Anwendung unterschiedlichster Methoden neue und zum Teil auch wieder alte, vermeintlich ausgeforschte, Details heraus, denen es sich lohnt, nachzuspüren.

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich speziell mit zwei Aspekten, die bei der Untersuchung von Brandknochen eine Rolle spielen, der hitzebedingten Schrumpfung des Knochenmaterials sowie der Unterscheidung von Menschen- und Tierknochen, die dem Feuer ausgesetzt waren. In beiden Bereichen können sich Fehleinschätzungen in erheblichem Maße sowohl auf die demographischen Parameter als auch die Rekonstruktion der geübten Funeralpraktiken auswirken.

Zusammenhänge zwischen Verbrennungsgrad, Färbung und Schrumpfung

Bei der Untersuchung von Skelettresten, die dem Feuer ausgesetzt waren, sind vor allem drei Phänomene zu berücksichtigen: die Fragmentierung, Deformation und Schrumpfung des Knochenmaterials. Dabei verdient insbesondere die Schrumpfung besonderes Augenmerk. Sie ist u. a. abhängig von der Höhe und Dauer der einwirkenden Temperaturen.

Die Hitzeeinwirkung bei der Verbrennung führt durch Wasserverlust an Matrix und Mineral, Umkristallisation sowie durch Verlust der organischen Substanz zu einer erheblichen Volumenminderung. Der erste, vergleichsweise geringe, Größenverlust durch Wasserabgabe erfolgt bis ca. 300 °C. Obwohl das Knochengewebe gewichtsmäßig zu 25% und volumenmäßig sogar zu 40% aus Wasser besteht, beträgt dieser Schwund lediglich 1–2% des gemessenen Ausgangsvolumens, da die anorganischen Gitterstrukturen zunächst noch erhalten bleiben. Der Hauptanteil der Schrumpfung geht dann auf die bei ca. 700 °C bis 800 °C stattfindende Sinterung der mineralischen Knochenbestandteile zurück. Er beträgt bei spongiosareichen Skelettelementen bis zu einem Viertel des Volumens.

Um das Schrumpfungsverhalten des Knochens genauer erfassen zu können, wurden in der Vergangenheit verschiedene Verbrennungsexperimente durchgeführt. Diese führten, je nach Versuchsansatz, zu recht unterschiedlichen Werten (vgl. WAHL 1982, 10). Als allgemeingültig werden die jüngsten Ergebnisse und neuere Daten angesehen. Danach erreicht die messbare Schrumpfung bei kompaktem Knochen ohne Berücksichtigung von Größe

und anatomischer Lage ihr Maximum bei ca. 800 °C mit durchschnittlich 10–12% gegenüber dem Ausgangswert (HERRMANN 1976; 1977). Mit zunehmender Stärke der Kompakta wird die Schrumpfung geringer (HERRMANN 1972a). Bei 1000 °C gebrannte Diaphysenabschnitte von Femora schrumpfen über den gesamten Knochenquerschnitt etwa 25–30% (HUMMEL & SCHUTKOWSKI 1986). Im Bereich der Epiphysen schrumpfen Längsmaße um 20% und Durchmesser um 12–25%. Das Caput femoris erleidet bei einer Expositionstemperatur von 850 °C im Elektroofen eine mittlere Schrumpfung von Durchmesser, Höhe und Krümmungsradius von 12% und einen Volumenverlust von etwa 35% (GRUPE & HERRMANN 1983), spongiöse Teile allgemein eine Größenreduktion von bis zu 25% (HERRMANN 1972a). Im Diaphysenbereich verringern sich Breitenmaße stärker als Längenmaße.

Im Hinblick auf die Schrumpfung kommt dem Mineralgehalt des Knochens besondere Bedeutung zu. Nach MAZESS & CAMERON (1973) ist er bei Männern signifikant höher als bei Frauen. Das könnte der Grund sein, warum einige Leichenbrandmaße tatsächlich einen bemerkenswerten Sexualdimorphismus aufweisen. Für die Schrumpfung der Femurkompakta in Längsrichtung der Diaphyse wurde eine negative Korrelation zum Mineralgehalt gefunden (HERRMANN 1977), für das Caput femoris dagegen eine positive (GRUPE & HERRMANN 1983). Hier machen sich höchstwahrscheinlich strukturelle Unterschiede zwischen den verschiedenen Knochengeweben bemerkbar. Zudem lassen sich Abhängigkeiten zwischen Mineralgehalt und Individualalter feststellen. Nur so ist zu erklären, dass Felsenbeine von Männern und Frauen mit einem Durchschnittsalter von über 70 Jahren keine nennenswerten Abweichungen im Mineralgehalt mehr aufweisen (SCHUTKOWSKI 1983). Des Weiteren ist die Knochendichte, und damit auch der Mineralgehalt, über jeden einzelnen Knochen unterschiedlich verteilt. Es ist daher kaum möglich, pauschale Aussagen zum Schrumpfungsverhalten zu machen. Die Aussagemöglichkeiten bei Leichenbränden sind also nicht nur eingeschränkt, sondern auch je nach anatomischer Region unterschiedlich zu bewerten.

Dazu kommen immer wieder geäußerte erhebliche Zweifel bezüglich der Vergleichbarkeit von Scheiterhaufenverbrennungen bei Wind und Wetter mit der experimentellen Einäscherung isolierter, entfetteter Knochen unter Laborbedingungen (DOKLÁDAL 1963; HERRMANN 1972b; WAHL 1981a). Bei den wenigen, bisher im Freien durchgeführten Scheiterhaufenexperimenten (z. B. WERNER 1990), fand dieser Aspekt noch keine Beachtung. Bezugnehmend auf die nachgewiesenen Unterschiede im Mineralgehalt dürften aber bei vergleichbarem Verbrennungsgrad männliche Knochen geringer geschrumpft sein als weibliche, so dass der Sexualdimorphismus eher verstärkt als abgeschwächt würde (vgl. HERRMANN 1977). Wesentliche Grundvoraussetzungen für morphometrische Vergleiche sind demnach ein identischer Verbrennungsgrad (d. h. vergleichbare

Schrumpfung) sowie eindeutig definierte anatomische Regionen.

Bei Leichenbrandmaterial bilden neben den morphognostischen Anhaltspunkten die Maße den zweiten Grundpfeiler für die Geschlechtsdiagnose. Auf diese Weise können auch kremierte Knochenreste, die keine oder nur schwach aussagekräftige Formmerkmale enthalten, oftmals wenigstens noch tendenziell dem männlichen oder weiblichen Pol zugeordnet werden (vgl. WAHL 1996). Je nach Erhaltungszustand und überlieferter Leichenbrandmenge liefern deren Robustizität/Grazilität bzw. metrische Erfassung nicht selten die einzigen Anhaltspunkte auf das Geschlecht des Bestatteten.

Das Hauptproblem bei der Verwendung von Referenzwerten ist allerdings die kritische Beurteilung der Bezugsdaten. Optimal wäre zweifellos der Vergleich mit einer gruppeninternen Referenz (SCHUTKOWSKI & HUMMEL 1987), doch wenn die zu untersuchende Stichprobe nicht groß genug ist oder die erhaltenen Knochenreste nurmehr schlecht erhalten sind, fällt der gruppeninterne Vergleich aus. Dann muss überlegt werden, inwieweit Referenzdaten von nahe liegenden und/oder zeitgleichen Fundplätzen herangezogen werden können. Bei entsprechend kritischer Verwendung dürfte dagegen wenig einzuwenden sein.

Problematisch scheint dagegen der Vergleich mit an rezenten oder subrezenten Krematoriumsserien gewonnenen Mittelwerten. Wie sich gezeigt hat, weichen diese z.T. erheblich von den entsprechenden Maßen (prä)historischer Leichenbrände ab (WAHL 1996). Dies erstaunt umso mehr, als bei einer Gegenüberstellung mehrerer großer Serien deutliche Diskrepanzen festgestellt wurden, obwohl sie durchgehend die höchste Verbrennungsstufe und damit maximale Schrumpfung aufwiesen. Die modernen Stichproben ähneln sich untereinander und weichen gemeinsam in ähnlicher Weise von den älteren Vergleichsgruppen ab. Allerdings weisen auch verschiedene Maße der (prä)historischen Brandknochen große Variationsbreiten auf, so dass im Detail wahrscheinlich methodische Varianten und auch bevölkerungsbiologische Unterschiede zum Tragen kommen (ebd.). Ähnliche Einschränkungen gelten auch für die Übertragbarkeit von Diskriminanzfunktionen auf (prä)historische Materialien, wie z. B. am Felsenbein (SCHUTKOWSKI 1983). Sie gelten streng genommen auch nur für die Population, aus der die Stichprobe stammt, der Abstand in Raum und Zeit ist meist enorm, und die Altersverteilung sowie andere demographische Parameter sind eigentlich nie vergleichbar. Trotz allem muss in vielen Fällen auf derartig ausgearbeitete Bezugsgrößen zurückgegriffen werden.

Maße von Brandknochen wurden von verschiedenen Autoren bereits seit längerer Zeit erfasst und publiziert (z. B. GEJVALL 1948; SCHAEFER 1961; KLOIBER 1963; THIEME 1970). In den älteren Arbeiten basieren sie jedoch manchmal auf unzureichend definierten Messstrecken, wie z. B. die minimale und maximale Wandstärkencicke aller Langknochenfragmente, und vermitteln damit weniger vergleichbares Datenmaterial als einen Pauschaleindruck von

den untersuchten Brandresten. VAN VARK (1971, 1974, 1975) schlug daraufhin für mehr als 50 genau definierte Maße, die an verbrannten Knochen zu ermitteln sind, eine statistische Aufbereitung vor. Doch erst in den 80ern und zuletzt Mitte der 90er Jahre rückten Leichenbrandmaße wieder verstärkt ins Blickfeld (u.a. SCHAFBERG 1998; SCHUTKOWSKI 1983; SCHUTKOWSKI & HUMMEL 1987; VAN VARK 1996; WAHL 1981a, b, 1988a-c, 1996). Dabei wurde mit der römerzeitlichen Serie von Stettfeld erstmalig eine gruppeninterne Gegenüberstellung von verbrannten und unverbrannten Knochen unter Berücksichtigung der Schrumpfung versucht. Es zeigte sich, dass die an Skeletten aus Körpergräbern abgenommenen, per definitionem kleinräumigen typischen Leichenbrandmaße abzüglich eines Schrumpfungsfaktors von 2% bzw. 12% weitestgehend denjenigen entsprechen, die an den Leichenbränden derselben Serie mit den Verbrennungsgraden III bzw. V ermittelt wurden (WAHL 1988b, 108ff.). Somit kann davon ausgegangen werden, dass die genannten Schrumpfungsfaktoren offenbar genauso für vorgeschichtliches Material gültig sind und/oder die kremierten wie auch die unverbrannt Bestatteten zur selben Ausgangspopulation gehörten. Gerade bei so genannten gemischt belegten Friedhöfen waren bislang häufig soziologische und/oder ethnische Unterschiede als Erklärung für die abweichenden Bestattungsformen angenommen worden.

Die Untersuchung verbrannter Knochenreste ist nicht nur für Anthropologen und Archäozoologen, sondern ebenso für Gerichtsmediziner von Interesse, die mit den Überre-

sten von Brandleichen beschäftigt sind. So wurden erst in jüngster Zeit einige Messmethoden und -strecken an umfangreichen unverbrannten und geschlechtsbekanntem rezenten Serien überprüft und evaluiert (AHLBRECHT 1997; GRAW 1999). Es ergab sich, dass einige der bereits etabliert geglaubten Messungen relativiert werden müssen und andere, bereits abgetane Variablen doch eine größere Trennfähigkeit besitzen, als bislang angenommen (WAHL & GRAW im Druck).

Wie bereits mehrfach angeklungen, hängt die Schrumpfung des Knochens vom Verbrennungsgrad ab. Sie beträgt bis etwa 300 °C (Verbrennungsstufe III) ca. 2%, ist danach mehr oder weniger konstant und liegt nach einer Übergangsphase bei 750–800 °C (gegen Ende von Verbrennungsstufe IV) bei rund 12% des Ausgangsvolumens. Zudem gehen mit bestimmten Expositionstemperaturen auch bestimmte Änderungen der Farbe und Konsistenz sowie des Erscheinungsbildes kremierter Knochen einher (vgl. Tab. 1). So kann wiederum über das Aussehen der Brandreste auf das Ausmaß der Schrumpfung geschlossen werden. Dass dabei jedoch die Färbung nicht alleine ausschlaggebend ist, zeigen je nach Einfluss des umgebenden Erdreichs auftretende Farbnuancen der höchsten Verbrennungsstufe, die als bräunliche, graubeige, altweiße, schmutzigweiße oder elfenbeinfarbige Varianten in Erscheinung treten. Des weiteren können auch so genannte sekundäre Kohlenstoffverfärbungen einen niedrigeren Verbrennungsgrad vortäuschen (HERRMANN 1972b).

Tab. 1: Zusammenhänge zwischen Färbung, Temperatur und Zustand der Knochenreste (nach WAHL 1981a, 273).

Verbrennungsstufe	Färbung der Knochenreste	entsprechender Temperaturwert	Bemerkungen/Zustand der Knochenreste
I	gelblichweiß elfenbeinfarben glasig	bis 200 °C um 250–300 °C	wie unverbrannter, frischer Knochen erste Schrumpfung durch Wasserverlust (ca. 2%)
II	braun dunkelbraun schwarz	um 300 °C um 400 °C	Beginn des Austriebs organisch gebundenen Kohlenstoffs Verkohlung der organischen Knochensubstanz
III	grau blaugrau, taubenblau	um 550 °C	Kompakta innen manchmal noch schwarz
IV	milchig hellgrau milchig weiß mattweiß kreideartig	ab 650–700 °C	kreidig samtige, abreibbare Oberfläche (»kalziniert«) Kompakta innen manchmal noch grau ab ca. 750 °C kontinuierlich stärkere Schrumpfung
V	altweiß schmutzigweiß	ab ca. 800 °C	Knochen spröde, hart und fest (versintert) Auftreten typischer Hitzerrisse je nach Bodenlagerung hellbeigefarben, weißlichgrau o.ä. maximale Schrumpfung (25–30%), durchschnittlich 12% Spongiosa manchmal gelblich-ockerfarben

Eine einheitliche Farbe des Leichenbrandes lässt auf gleichmäßige Verbrennung schließen. In vielen Fällen sind allerdings deutlich unterschiedliche Verbrennungsgrade unter den Knochenresten desselben Grabes vertreten. Als Ursachen dafür kommen verschiedene Umstände in Frage, wie ungünstige Witterungsbedingungen, eine zu geringe Menge an Feuerungsmaterial, ungenügende Verbrennungstechnik, eine besondere Deponierung oder Vorbehandlung des Leichnams auf dem Scheiterhaufen u.ä. Dabei ist es eher selten, dass das ganze Spektrum von gänzlich unverbrannten und nur teilweise angekohlten Knochenteilen bis hin zu vollständig verbrannten Partien unter den Resten eines Grabes repräsentiert ist (z. B. in Stettfeld nur einmal unter fast 400 Leichenbränden; WAHL 1988b, 81). In der Regel sind die Verbrennungsstufen III, IV und V vorhanden, wobei je nach Erhaltungsbedingungen die mechanisch und chemisch am wenigsten widerstandsfähige Verbrennungsstufe IV oft auch gänzlich verschwunden sein kann. So lassen sich unter den Skelettresten nicht weniger Brandgräber ausschließlich die Verbrennungsstufen III und V ansprechen.

Die Verteilung der unterschiedlichen Verbrennungsgrade über das Skelett zeigt jedoch, dass keineswegs nur periphere Körperregionen geringerer Hitze ausgesetzt waren. Mehrfach beobachtete Seitenunterschiede im Bereich des gesamten Oberkörpers oder der Oberschenkelknochen lassen ebenfalls den Schluss zu, dass eine von der gestreckten Rückenlage abweichende Lagerung der Toten auf dem Scheiterhaufen, Teilabdeckungen oder die Lage bestimmter Beigaben eine Rolle gespielt haben könnten. Auch ein kontinuierlich andauernder Wind während der Verbrennung kann dazu führen, dass einzelne Körperpartien nur unvollkommen vom Feuer erfasst werden. Am häufigsten unvollständig verbrannt sind der Becken- und Schultergürtel, aufgrund der schweren Brennbarkeit größerer Weichteilmassen, dann Oberschenkel- und Schädelknochen, weniger oft Wirbel und die restlichen Langknochen und am seltensten Rippen sowie Hand- und Fußknochen, die ihrer geringen Größe wegen relativ schnell durchgeglüht sind. Diese Abstufung entspricht den Beobachtungen im Krematorium (DOKLÁDAL 1970, 6; WAHL 1981a, 272).

Ein weiterer interessanter Aspekt ist das Auftreten verschiedener Verbrennungsgrade im Zusammenhang mit dem Alter und Geschlecht der Bestatteten. Innerhalb der Subadulten steigt der Anteil niedrigerer Verbrennungsgrade (Stufen II und III) erwartungsgemäß mit dem Alter an, da größere und kompaktere Knochen weniger schnell verbrennen. Bei den Erwachsenen zeigen sich vor allem bei römerzeitlichen Bränden hochsignifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern (z. B. MÜLLER 1979, 266; VOLK et al. 1988, 571; WAHL 1988b, 82f.). Danach dominieren in ca. drei Viertel aller männlichen Leichenbrände niedrigere Verbrennungsstufen, wohingegen eine durchgehend vollständige Verbrennung (Verbrennungsstufe V) und damit ein einheitliches Erscheinungsbild vor allem für weibliche Brände cha-

rakteristisch sind. Als Ursachen dieser auffälligen Diskrepanz werden sowohl Unterschiede im Bestattungsritus als auch physiologische Sachverhalte diskutiert. Dazu gehören womöglich verschieden große oder abweichend konstruierte Scheiterhaufen, andersartige Verwendung bestimmter, der Verbrennung förderlicher Substanzen (Öle, Fett o.ä.), Unterschiede in der Massivität der Knochen, dem relativen Anteil an Fettgewebe oder der Muskelmasse.

Bei gleichzeitigem Vorkommen von Knochen in Verbrennungsstufe III und V geht der unterschiedliche Verbrennungsgrad nicht nur mit einer deutlich unterschiedlichen Schrumpfung und damit eindeutig abweichenden Unterschieden hinsichtlich der Robustizität der vorliegenden Skelettreste einher. Wenn, wie es meistens der Fall ist, Fragmente der Stufe V vorherrschen, suggeriert die abweichende Färbung und das Fehlen typischer Hitzekerisse bei den Knochenresten der Stufe III sowie das Fehlen der Übergangsstufe IV dem Bearbeiter zusätzlich eine vermeintlich fremde Beimengung. Dasselbe gilt umgekehrt durch das zweifelsfrei verschiedenartige Erscheinungsbild der vollständig verbrannten Bruchstücke. In diesen Fällen kann es zu einer gravierenden Fehleinschätzung der jeweils andersartigen Knochenreste kommen in der Form, dass sie als von einem zweiten Individuum stammend angesehen werden und die gesamte Bestattung fälschlicherweise als Doppelbestattung interpretiert wird.

Der Nachweis von Doppel- oder Mehrfachbestattungen hängt bei Leichenbränden von verschiedenen Kriterien ab. Wesentliche Anhaltspunkte liefern u. a. ein überdurchschnittlich hohes Gesamtgewicht, auffällige Robustizitätsunterschiede und sich widersprechende Geschlechtsmerkmale, überzählige Teile oder Unstimmigkeiten altersbedingter Merkmale. Auch abweichende Verbrennungsgrade und Färbungen sind möglich, bei ungleichmäßigen Verbrennungsbedingungen oder wenn das zweite Individuum separat eingäschert wurde. Die Wertung und Wichtung dieser Einzelhinweise bleibt jedem Bearbeiter überlassen. Es zeigt sich jedoch, dass speziell die Abgrenzung von zufälligen Beimengungen, so genannten Leichenbrandverschleppungen, besonders schwierig ist. Solche Beimischungen sind vor allem dann zu erwarten, wenn für das untersuchte Gräberfeld die Benutzung ständiger Verbrennungsplätze (Ustrinen) anzunehmen ist. In diesem Zusammenhang sind vor allem das Verhältnis zur Gesamtmenge des Leichenbrandes und die Repräsentativität des zweiten Individuums zu beachten. Größte Probleme ergeben sich daher bei der Beurteilung sehr geringer Leichenbrandmengen, wenn Reste von zwei (oder mehr) Individuen vorhanden sind. Man muss ebenso damit rechnen, dass pars pro toto bestattet wurde oder eine (geringe) Beimengung absichtlich und symbolisch erfolgte. Leichenbrandverschleppungen konnten z. B. für das kaiser- und völkerwanderungszeitliche Gräberfeld von Süderbrarup etwa viermal so häufig nachgewiesen werden wie Doppelbestattungen (WAHL 1988a, 84ff.).

Doppelbestattungen kommen bei Leichenbränden überwiegend in der Kombination Erwachsener und Kind vor (z. B. KÜHL 1977, 89), wahrscheinlich auch deshalb, weil diese am ehesten zu identifizieren ist. Ansonsten sind aber bislang auch alle anderen Kombinationen von Männern, Frauen und Subadulten, sogar auch Dreifachbestattungen, im Rahmen von Brandgräbern nachgewiesen worden.

Vor dem genannten Hintergrund wird nachvollziehbar, dass speziell beim Vorliegen verschiedener Verbrennungsgrade höchstes Augenmerk der Frage zukommt, ob die Knochenteile, die einer geringeren Hitze ausgesetzt waren und deswegen noch kaum geschrumpft sind, eindeutig eine zweite Person repräsentieren oder nicht doch zum selben Individuum gehören wie die vollständig verbrannten Reste. Der prozentuale Anteil von Doppelbestattungen liegt bei einer Gegenüberstellung von 14 vorwiegend kaiserzeitlichen Nekropolen zwischen 0% und 8,3% (WAHL 1988a, Tab 21), im Schnitt muss mit etwa 5% gerechnet werden (RÖSING 1977, 61). Schon die Tatsache, ob auf dem Friedhof einer bestimmten Population überhaupt Doppelgräber vorkommen, ist hinsichtlich der Beurteilung der seinerzeit geübten Bestattungspraktiken durchaus von Bedeutung. Für das Brandgräberfeld von Sölten, Kreis Recklinghausen werden sogar 20% mitgeteilt (KRUMBEIN 1935), für die Leichenbrände des römischen Gräberfeldes von Schwabmünchen alleine 62% Doppel- und 15% Mehrfachbestattungen (RÖHRER-ERTL 1987, 47). Bei derartigen Dimensionen wirkt sich die Diagnose ›Doppelbestattung‹ in hohem Maße auch unter demographischen Gesichtspunkten aus.

Unterscheidung von Menschen- und Tierknochen

Tierknochen, die zusammen mit menschlichen Skelettresten im Grabzusammenhang gefunden werden, werden allgemein als Tierbeigaben bezeichnet. Dabei müssen aber grundsätzlich voneinander unterschieden werden: Die Beigabe eines kompletten Tieres, die Beigabe von Teilen geschlachteter Tiere (Speisebeigabe) und die zufällige Beimengung von Einzelknochen. Eine weitere Kategorie sind bearbeitete Tierknochen, die als Trachtbestandteile, Schmuck oder sonstige Gerätschaften zur persönlichen Ausrüstung des Verstorbenen gehörten. Schnitt-, Hack- oder andere Spuren von Gewalteinwirkung lassen auf die Tötung und/oder den Schlachtvorgang schließen.

Die tierischen Reste werden zunächst nach Art, Skeletteil, Alter und Geschlecht bestimmt und im besten Falle ergeben sich in Kombination mit den Ergebnissen der anthropologischen und archäologischen Untersuchung detaillierte Hinweise auf die Bestattungssitten der Zeit. So konnte z. B. für das gemischt belegte römische Gräberfeld von Stettfeld nachgewiesen werden, dass Doppelbestattungen fast durchgehend mit Tierknochen versehen sind, über 80% der Schweineknochen von Jungtieren stammen, Hinterteile von Schweinen deutlich häufiger in

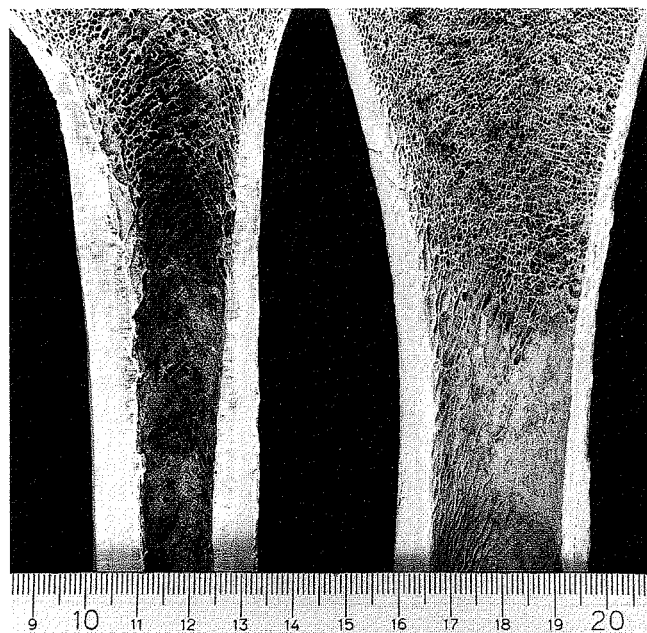


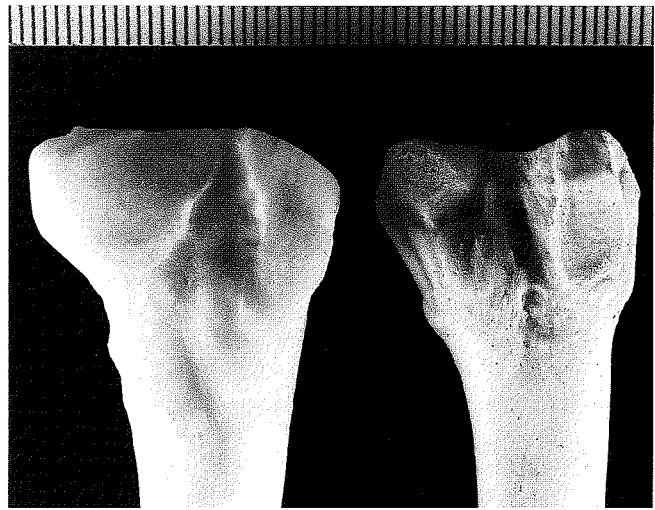
Abb. 1: Femora der rechten Seite von Mensch (li) und Pferd (re), proximaler Dia- und Metaphysenbereich von dorsal im Längsschnitt.

Männergräbern, Vorderteile und Kopfpforten dagegen eher in Frauengräbern anzutreffen sind, Hühner vorwiegend bei Frauen aller Altersstufen, bei Männern seltener und dann nur im Alter zwischen 30 und 50 Jahren beigegeben wurden und Schaf/Ziege bevorzugt bei Kleinstkindern und in Doppelbestattungen Verwendung fanden. Es deutet sich zudem an, dass die alters- und geschlechtsspezifischen Vorgaben im Bestattungsritus offensichtlich durch die soziale Stellung des Verstorbenen überprägt wurden und sozial hoch stehende Personen sich eher durch die Repräsentanz verschiedener Tierarten als durch die Anzahl von Tieren einer Art auszeichnen (KOKABI & WAHL 1988, 279 ff.). In dem mehr als 760 Gräber umfassenden kaiser- bis völkerwanderungszeitlichen Brandgräberfeld von Süderbrarup führten ebenfalls junge Schweine die Beliebtheitskala an, bei den Rindern wurde die Schulterpartie bevorzugt und ausnahmslos Erwachsenen zugeordnet (WAHL 1988a, 117 ff.). Aber auch bei der Bearbeitung weniger umfangreicher Fundkomplexe lassen sich nach akribischer Durchsicht und Trennung der Menschen- und Tierknochen schlaglichtartig spektakuläre Erkenntnisse dieser Art gewinnen (KOKABI & WAHL 2001).

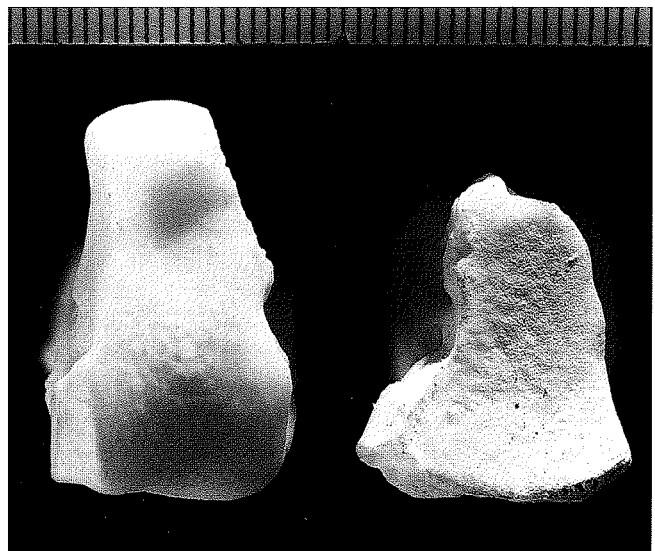
Die Grundvoraussetzung einer solchen Ausdeutung ist die Separierung auch kleinster Splitter von Knochen menschlicher und tierischer Herkunft, die in der Regel innerhalb eines Leichenbrandes vermischt sind. So trivial dieser Vorgang klingen mag, so schwierig ist seine praktische Durchführung. Auch erfahrene Leichenbrandbearbeiter bestätigen, dass dieser Arbeitsschritt mit zu den heikelsten Aspekten einer derartigen Untersuchung zählt. Die Unterscheidung von Menschen- und Tierknochen, die bei unverbrannten, vollständig erhalte-



Abb. 2: Metatarsalia II der rechten Seite von Bär (li) und Mensch (re); a) von lateral.



b) proximales Ende von lateral im Detail



c) Basalansicht

nen Skeletteilen normalerweise unproblematisch ist, verlangt bei stark fragmentierten und oft noch deformierten Brandknochen auch dem Spezialisten ein Höchstmaß an Erfahrung ab. Sie basiert im Wesentlichen auf vergleichend morphologischen und/oder histologischen Untersuchungen. Bei frischen Knochen sind zudem z. B. noch serologische Verfahren möglich (vgl. HARSÁNYI 1978, 100 ff.).

Hinsichtlich des makroskopischen Erscheinungsbildes lassen sich verschiedene Merkmale festhalten, die im Allgemeinen für Tierknochen charakteristisch sind: Relativ größeres Gewicht, massivere Kompakta mit glatter erscheinender In- und Externseite sowie meist größeres Gebälk im Bereich der Metaphyse. Die epiphysäre Spongiosa ist dagegen auch bei großen Haus- und Wildsäugern eher feiner strukturiert. Eine Ausnahme stellt z. B. das Pferd dar. Hier ist die Verteilung der Spongiosa im Längsschnitt derjenigen des Menschen außerordentlich ähnlich (Abb. 1). Nach WOLF (1986, 18 ff.) gilt für Langknochen

von (größeren) Säugetieren, dass die Kompaktadicke etwa ein Drittel des Gesamtdurchmessers beträgt, im Gegensatz zu etwa einem Viertel bei Menschenknochen und ca. einem Achtel bei Vogelknochen. Knochen des Schädeldaches sollen sich durch eine vergleichsweise breite Lamina interna und externa sowie eine dünne Diploeschicht in Relation zur Gesamtdicke auszeichnen. Die Erfahrung zeigt aber, dass Brandknochen aus dem Diaphysenbereich vielfach nicht in ihrem kompletten Querschnitt erhalten und zudem bei Jungtieren andere Relationen zu beachten sind. Bruchstücke der Kalotte können eher durch typische Strukturen auf der Innenseite oder deren Verlauf, schmalere und meist weniger kompliziert gezackte Schädelnähte, auseinander gehalten werden.

Auch wenn komplett erhaltene Knochen kaum Probleme bereiten, ergeben sich aufgrund des fragmentarischen Charakters von Brandknochen trotzdem mannigfache Verwechslungsmöglichkeiten. So sind einzelne Form-

merkmale und Gelenkfacetten z. B. zwischen Mensch und Bär so ähnlich, dass sie auch bei direkter Gegenüberstellung in unverbranntem Zustand kaum zu unterscheiden sind. Da es sich bei beiden Spezies um Sohlengänger handelt, sind in diesem Zusammenhang insbesondere die Metapodien zu beachten (Abb. 2). Bei der Ansprache von Phalangenresten ist sogar doppelte Vorsicht geboten. Die distalen Gelenkenden von Mensch, Bär und Schwein sind nahezu identisch gestaltet (Abb. 3). Skelettreste von Bären sind in Leichenbränden bisher allerdings nur selten nachgewiesen worden. Im Gegensatz dazu ist in fast jedem römischen Fundkomplex mit Schweineknöcheln zu rechnen. Und da zwischen Menschen und Schweinen in mehrfacher Hinsicht große Ähnlichkeiten bestehen, sind Verwechslungen zwischen diesen beiden Spezies, vor allem bei infantilen und juvenilen Individuen, am ehesten vorprogrammiert. Hier sind speziell Rippen, Phalangen (Abb. 4), verschiedene Diaphysenabschnitte, Bruchstücke der Alveolarregion, Zahnanlagen und -wurzeln zu nennen. Der Klassiker für Irrtümer dürfte jedoch die noch nicht verwachsene proximale Epiphyse des Oberschenkelknochens sein, die nur bei genauester Inspektion schweinetypische Merkmale offenbart: Eine leichte Ausziehung zum Collum femoris, Form und Lage der Fovea capitis sowie stärkere radiäre Leisten und eine deutlich geringere Porosität zur Epiphysenfuge hin (Abb. 5). Man kann davon ausgehen, dass so manche ›Doppelbestattung‹ (›Mutter mit Kind‹) alleine auf eine falsche Bewertung dieses Knochens zurückgeht. Und so wirkt sich eine derartige Fehlbestimmung in erheblichem Maße sowohl auf die Beurteilung der demographischen Gegebenheiten als auch der Bestattungssitten aus. Als Kuriosum sei erwähnt, dass das Vorkommen menschlicher und tierischer Knochenreste in einer Urne in der Frühzeit der Leichenbrandbearbeitung vereinzelt tatsächlich als Doppelbestattung gezählt wurde (THIEME 1937/38).

Eine Vielzahl von Verwechslungsmöglichkeiten besteht zudem bei den Knochen von Neugeborenen und Kleinkindern, deren Diaphysenenden noch wenig charakteristische Merkmale aufweisen. Ein Beispiel dafür ist die Gegenüberstellung der distalen Femurdiaphyse eines wenige Monate alten Säuglings mit dem proximalen Schaftende des Tibiotarsus eines juvenilen Hahnes (Abb. 6), die als Bruchstücke auch bei unkreiertem Material nur schwer zu unterscheiden sind. In dieser Art ließen sich noch weitere Beispiele anführen.

Die vergleichende Morphologie ist und bleibt einer der Grundpfeiler der Osteologie. Erst in allerjüngster Zeit wurde eine spektakuläre Verwechslung der oben genannten Art an unkreiertem Material aufgedeckt. Die 1954 ausgegrabenen und 1967 als menschlich deklarierten Schädelreste aus der Wildscheuer-Höhle stammen nicht vom Neandertaler, sondern vom Höhlenbären (TURNER et al. 2000).

Einige der oben genannten sicht- und palpierbaren Kriterien gehen auf den abweichenden Feinbau der Tier-

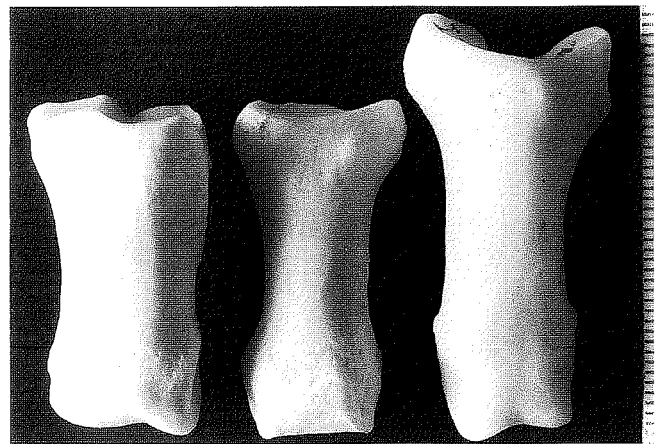
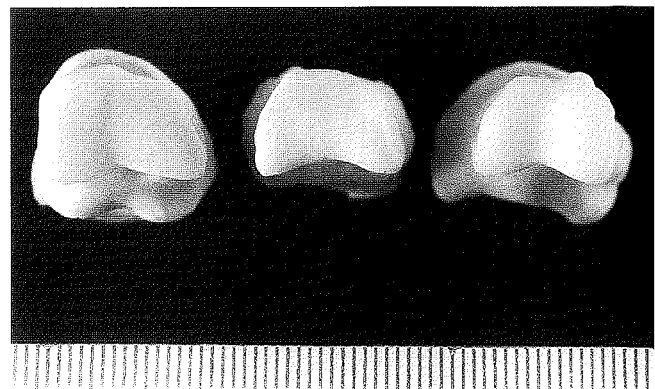


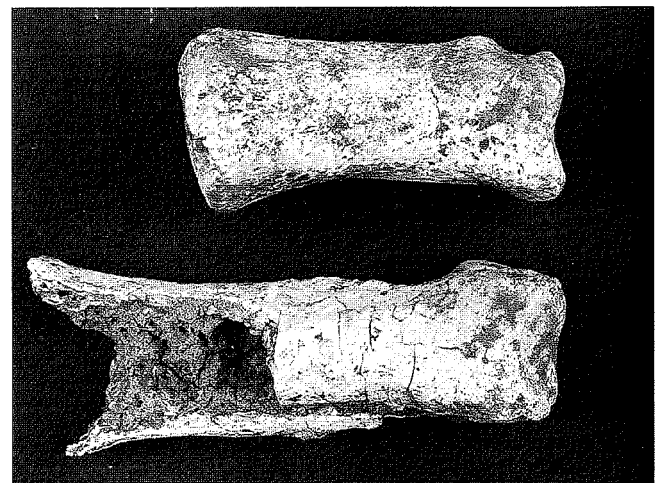
Abb. 3: Proximale Phalangen von Schwein (li: anterior, links, IV. Strahl), Mensch (Mitte: carpal, links, I. Strahl) und Bär (re: posterior, rechts, I. Strahl); a) von dorsal.



b) von distal.

knochenkompakta zurück. Im histologischen Schnittbild zeigen sich deutliche Unterschiede in Größe, Form und Anordnung der HAVERSSchen Kanälchen zwischen Menschen und Tieren einerseits und verschiedenen Tierarten andererseits (RÄMSCH & ZERNDT 1963, 77 ff.). Nach ver-

Abb. 4: Phalangen von Mensch (unten) und Schwein (oben) aus Grab 205 (erwachsen, unbest.) des römischen Brandgräberfeldes von Rottweil ›Kapellenösch‹.



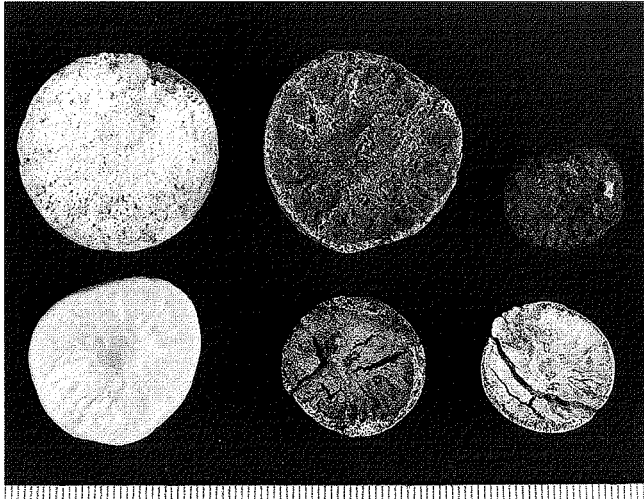
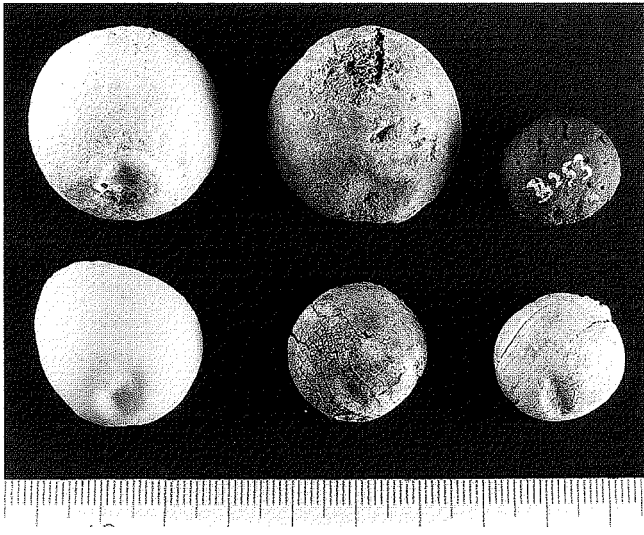


Abb. 5: Lose proximale Femurepiphysen von Mensch (obere Reihe) und Schwein (untere Reihe); a) von oben, b) von der Unterseite.

Oben von links nach rechts: 10–11 Jahre, links, Tell Chuera (Syrien), Bronzezeit; ca. 8 Jahre, links, Heidelberg-Neuenheim Grab 68/61, Römische Kaiserzeit (RKZ); 2,5–3 Jahre, rechts, Spitalfriedhof Heidelberg Grab 253, 13./14. Jh. Unten von links nach rechts: Subadult, links, rezent; juvenil, rechts, Büchel Grab 6, RKZ; juvenil, rechts, Stettfeld Grab 224, RKZ.

gleichenden Untersuchungen an Kompaktaquerschnitten der proximalen Femurdiaphyse liegt ihr Durchmesser bei Menschen verschiedener Altersstufen im Schnitt zwischen 54,3 µm und 70,0 µm und selten unter 40 µm, bei Haustieren zwischen 12,6 µm (Kaninchen) und 47,9 µm (Rind). Auch die Form der Osteone variiert zwischen den einzelnen Arten von rund über polygonal bis rechteckig. Nach neueren Untersuchungen zeigen sich vergleichbare Unterschiede in den Dimensionen der Osteozyten, die z. B. auch eine Differenzierung von Schaf und Ziege ermöglichen. Da in der Praxis jedoch häufig größere Knochenmengen zu bewältigen sind, kann die Anfertigung histologischer Schnitte kaum routinemäßig erfol-

gen. Im Einzel- oder Zweifelsfall ist die Histologie aber durchaus in der Lage, entscheidende Hinweise dazu zu liefern, ob fragliche Knochenfragmente menschlichen oder tierischen Ursprungs sind (z. B. OWSLEY et al. 1985). Unter Berücksichtigung der thermoinduzierten Veränderungen gilt das mit gewissen Einschränkungen auch für Leichenbrandmaterial.

Neuerdings wurden zur Identifizierung unkremierter archäozoologischer Funde auch molekulargenetische Analysen durchgeführt (LOREILLE & VIGNE 1997; HUMMEL et al. 2000). Aufgrund der vielfach anzutreffenden Mengenverhältnisse wird die Typisierung von aDNA jedoch genau sowenig in großem Stil anwendbar sein, sondern auf Sonderfälle beschränkt bleiben. Verbrannte Menschen- und Tierknochen konnten kürzlich mit Hilfe modifizierter Methodik über die Bestimmung von mtDNA-Sequenzen unterschieden werden (PUSCH et al. 2000). Dem erfahrenen Bearbeiter gelingt dies allerdings in der Mehrzahl aller Fälle auch auf morphologischem Weg.

Die Häufigkeit von Leichenbränden, die tierische Knochenreste enthalten, schwankt in den einzelnen Gräberfeldern erheblich. Selbst bei zeitgleichen Stichproben zeigen sich überraschend große Unterschiede. So enthalten z. B. nur 11% der kaiserzeitlichen Gräber aus Loitsche Tierknochen (SCHAFBERG 1998, 83), dagegen 30% im römischen Welzheim, 41% in Altlußheim, 50% in Courroux, knapp 70% in Schwabmünchen und 80% in Schankweiler (PLHAK 1988; PARSCHE et al. 1994, 121; KAUFMANN 1976, 222; RÖHRER-ERTL 1987, 51; WAHL 1988c, 410). Für das bereits 1926/27 ausgegrabene römische Brandgräberfeld aus Linz werden gar nur 7% Gräber mit Tierknochen angegeben (KLOIBER 1952, 496). Während bei älteren Grabungen noch einschränkend zu bedenken ist, dass möglicherweise nicht alle Leichenbrandsplinter eines Grabes geborgen wurden, gilt das für die letzten Jahrzehnte mit Sicherheit nicht mehr. Auch wenn regionale Unterschiede zum Tragen kommen, darf bei der Mitteilung vergleichsweise geringerer Frequenzen von Fall zu Fall vermutet werden, dass vielleicht doch nicht alle Tierknochen als solche erkannt wurden. Dabei können auch winzigste Fragmente darüber entscheiden, ob bestimmte Körperteile repräsentiert sind oder nicht bzw. ein ganzes Tier mitgegeben wurde oder nur Teile davon.

Die zwischen den menschlichen Knochenresten gefundenen Tierknochen sind nicht immer gleich stark verbrannt, vielfach weisen sie einen etwas niedrigeren Verbrennungsgrad (Stufe IV-V) auf und manchmal sind sie überhaupt nicht mit Feuer in Berührung gekommen. Bei identischem Verbrennungsgrad lagen sie (bzw. die entsprechenden Körperabschnitte) höchstwahrscheinlich von Anfang an mit auf dem Scheiterhaufen. Ein geringerer Verbrennungsgrad könnte auf eine periphere Lage hindeuten. Möglicherweise gelangten die besagten Teile aber auch erst zu einem späteren Zeitpunkt auf den Scheiterhaufen oder wurden in einem separaten Feuer verbrannt. Bei gänzlich unverbrannten Stücken kann es sich um bewusst nach der Einäscherung hinzugefügte

oder um zufällige Beimengungen handeln, die unab- sichtlich mit der Füllerde in den Grabzusammenhang ge- rieten. Inwieweit die jeweiligen Tierknochen Reste des Totenmahls, eine Speise- oder Opferbeigabe darstellen, muss auf jeden Fall unter Berücksichtigung des gesamten Befundes diskutiert werden.

Das Spektrum der Erhaltung ist groß. Der Anteil der Tierknochen innerhalb des gesamten Knochenmaterials eines Grabes ist in der Regel gering und liegt meist unter einem Zehntel der Gesamtmenge. Es kommen aber auch Brände vor, die zu einem Drittel, zur Hälfte, zum über- wiegenden Teil oder sogar gänzlich aus Tierknochen be- stehen. Solche ausgesprochenen Tier-Leichenbrände wurden z. B. auf dem römischen Friedhof von Neuß nachgewiesen (SCHAEFER 1964, 281). Dort enthielten immerhin 28% der untersuchten Ensembles ausschließlich Tierknochen. Das mit mehr als einhundert Inventarteilen üppigst ausgestattete römische Brandgrab von Altdorf barg neben 390 Scharnierstücken Reste von mindestens zwei Rindern, zwei Schweinen und zwei Hühnern sowie eines Schafes, wobei diese Paare jeweils verschiedene Altersstufen und beide Geschlechter repräsentieren (KOKABI 1987). In Anbetracht des vorliegenden Men- genverhältnisses zwischen menschlichen und tierischen Knochenresten sind die spärlichen Skeletteile der adul- ten Frau in diesem Fall quasi als »Beigabe« zu bezeich- nen.

Schenkt man den Angaben in der Literatur Glauben, sind bereits alle möglichen Tierarten in Leichenbränden nachgewiesen worden: Pferd, Esel, Rind, Schwein, Schaf, Ziege, Hund, Katze, Rothirsch, Elch, Rentier, Reh, Ha- se, Bär, Marder sowie Hausgeflügel (v.a Huhn und Gans), Wildvögel, Fische und Mollusken. Dazu kommen Bruch- stücke von Eierschalen, die in der Regel Haushühnern zugeordnet werden; Tiergruppen, die zur Thanatozöno- se gehören, wie Maulwürfe, Mäuse, Kröten, Frösche, Schildkröten u.s.w. und Hinweise auf Fuchsbauten o.ä., die im Bereich der Grabgrube angelegt waren. Die Er- fahrung zeigt wiederum, dass Wildtiere als Tierbeigaben in Leichenbränden äußerst selten in Erscheinung treten und in manchen Fällen gar nur als Alternative zu Tieren einer bestimmten Größenordnung aufgelistet werden. Aus den insgesamt mehr als 200 Tierknochen führenden Gräbern in Stettfeld konnte z. B. nur ein einziger Beleg eines jagdbaren Wildsäugers, in diesem Fall ein Hirn- schädelfragment eines wahrscheinlich weiblichen Rot- hirsches im Grab eines 6–10-jährigen Kindes, nachge- wiesen werden (KOKABI & WAHL 1988, 254).

Die Bevorzugung und Auswahl bestimmter Tiere je nach Alter, Geschlecht und sozialer Stellung des Verstorbenen unterliegt erwartungsgemäß sowohl in ihrer Frequenz als auch unter chronologischen und regionalen Aspekten großen Unterschieden. Hinsichtlich der zahlreichen An- haltspunkte dieser Art sei auf die entsprechende Litera- tur verwiesen. Zudem könnten aber auch noch andere Kriterien, wie z. B. die Todesart oder -umstände, für einen selektiven Brauch von Bedeutung gewesen sein. So galt u. a. die Schweinebeigabe über lange Zeit für römi-

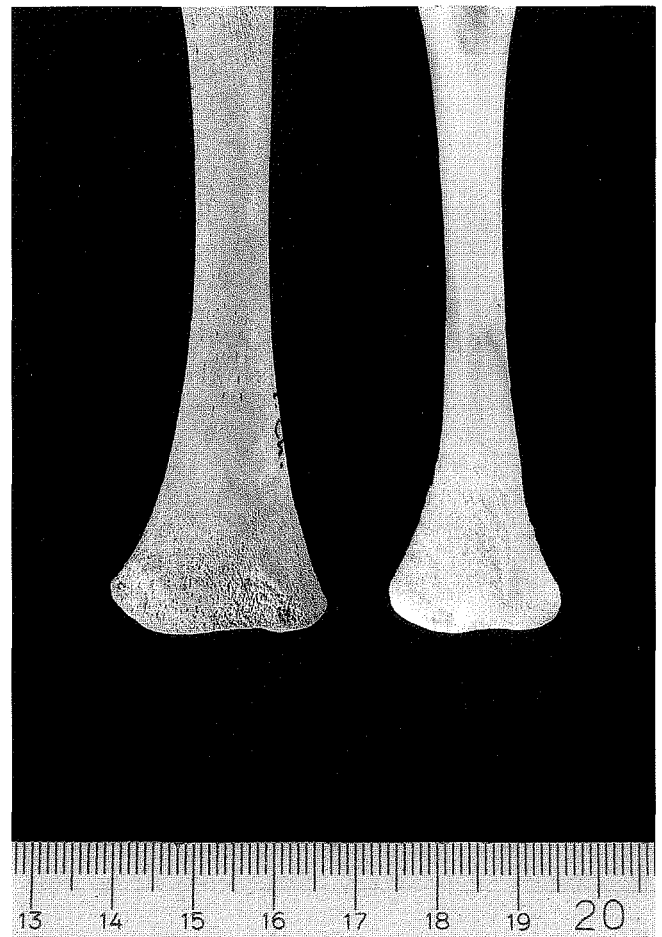


Abb. 6: Diaphysen des linken Oberschenkelknochens eines wenige Monate alten Säuglings (li) und des linken Tibiotarsus eines juvenilen Hahnes (re, proximal unten).

sche Brandgräber als geschlechtsunspezifisch. Bei einer detaillierten Untersuchung der tierischen Reste, die nicht nur die Art determination, sondern auch die Repräsen- tanz sowie Alter und Geschlecht des jeweiligen Tieres zum Ziel hat, eröffnen sich jedoch deutlich weiter ge- hende Aussagemöglichkeiten. Für die Tierbeigabe war es demnach nicht nur ausschlaggebend, welche Tierart und ob ganze Tiere oder Teile davon mitgegeben wurden, sondern es fand zudem eine Auswahl nach bestimmten Körperpartien statt (s. o.). Ganze Tiere wurden vor allem bei murenen Männern und Frauen angetroffen. Manche Beigaben waren bestimmten Altersgruppen oder einem der Geschlechter vorbehalten. Hinsichtlich der Beigabe von Eiern hat sich z. B. gezeigt, dass diese im römischen Stettfeld offenbar nicht ausschließlich als Fruchtbar- keitssymbol gedient haben (KOKABI & WAHL 1988, 281). Der Bär ist zwar selten, aber wenn, dann meist durch Krallenbeine vertreten. Wenn diese keinerlei Spuren ei- ner Durchbohrung aufweisen, dokumentiert ihr Vor- kommen, dass der Leichnam wahrscheinlich zusammen mit einem Bärenfell eingäschert wurde, wobei die End- phalangen beim Abhäuten des Tieres im Fell verblieben waren (vgl. SCHMID 1973; KÜHL 1981; WAHL 1988a, 117f.).

Abschließend sei noch ein weiterer Aspekt erwähnt. Die bisher für die Römerzeit durchgeführten Untersuchungen zeigen eindeutig, dass die Häufigkeiten der in den Brandgräbern vorkommenden Haustierarten in keiner Weise deren tatsächliche wirtschaftliche Bedeutung widerspiegeln. Während hier in der weit überwiegenden Mehrzahl Schweineknochen repräsentiert sind, war tatsächlich das Rind das am häufigsten geschlachtete Tier. Rindfleisch war ein Volksnahrungsmittel und wurde um ein Drittel preiswerter gehandelt als Schweinefleisch. Letzteres war allerdings beliebter (und teurer) und wurde vielleicht gerade deswegen im Rahmen des Bestattungsrituals bevorzugt. Ähnliche Diskrepanzen sind genauso für andere Epochen anzunehmen. Vergleichbare Unterschiede kennt man auch in der Form, dass Gebrauchs- und Grabkeramik voneinander abweichen. Sie mahnen zur Vorsicht, wenn die Wirtschaftsweise einer Population lediglich aus deren Grabbeigaben rekonstruiert wird. Dass es sich bei solchen Untersuchungen aber trotz allem um kaum mehr als Momentaufnahmen handeln kann, beweist folgendes Teilergebnis: Der prozentuale Anteil von Brandgräbern mit Tierknochen steigt in Stettfeld alleine in einem Zeitraum von nur 120 Jahren (ca. 140 bis 260 n. Chr.) innerhalb von vier Belegungshorizonten von 52% auf 78% (WAHL 1988b, 144).

Die bislang aufgedeckten Zusammenhänge machen deutlich, dass die detaillierte Bearbeitung verbrannter Tierknochen wesentliche Gesichtspunkte zur Aufdeckung von Bestattungssitten beitragen kann. Sie verspricht in Zukunft noch manches interessante Resultat. Bis heute wurden aber noch zu wenige, vor allem größere Brandgräberfelder in dieser Hinsicht akribisch ausgewertet, die zudem der Anforderung genügen, modern ausgegraben worden zu sein. Von einer intensiveren interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Archäozoologen, Anthropologen und Archäologen würden alle beteiligten Disziplinen profitieren.

Anschrift des Verfassers:

Dr. J. Wahl
Landesdenkmalamt Baden-Württemberg
Osteologie
Stromeyersdorfstr. 3
D-78467 Konstanz

Literatur

- AHLBRECHT, M. (1997): Geschlechtsdifferenzierung an der Pars petrosa ossis temporalis. Diss. Tübingen.
DOKLÁDAL, M. (1963): Ein Beitrag zur Identifikation der Leichenbrände. *Anthropos* 15 (NS 7), 29–38.
DOKLÁDAL, M. (1970): Ergebnisse experimenteller Verbrennungen zur Feststellung von Form- und Größenveränderungen von Menschenknochen unter dem Einfluss von hohen Temperaturen. *Anthropologie* 8, 3–17.
GEJVALL, N. G. (1948): Bestämning av de brända benen från Gravarna i Horn. In: K. E. SAHLSTRÖM & N. G. GEJVALL, Gravfältet på kyrkbacken i Horns socken, Västergötland.

- Kungl. Vitterhets Hist. och Antikv. Akad. Handl. 60, 153–180.
GRAW, M. (1999): Metric sex determination of the skull base. *Homo* 50, 101–106.
GRUPE, G. & B. HERRMANN (1983): Über das Schrumpfungsverhalten experimentell verbrannter spongiöser Knochen am Beispiel des Caput femoris. *Z. Morph. Anthropol.* 74, 121–127.
GUMMEL, H. (1938): Forschungsgeschichte in Deutschland. Die Urgeschichtsforschung und ihre historische Entwicklung in den Kulturstaaten der Erde. Berlin.
HARSÁNYI, L. (1978): Unterscheidung von Menschen- und Tierknochen. In: H. HUNGER & D. LEOPOLD (Hrsg.), Identifikation. Berlin-Heidelberg-New York, 100–112.
HERRMANN, B. (1972a): Das Combe Capelle-Skelet. Eine Untersuchung der Brandreste unter Berücksichtigung thermoinduzierter Veränderungen am Knochen. *Ausgr. in Berlin* 3, 7–69.
HERRMANN, B. (1972b): Zur Beurteilung von Kohlenstoffverfärbungen bei Leichenbränden. *Ausgr. u. Funde* 17, 275–277.
HERRMANN, B. (1976): Neuere Ergebnisse zur Beurteilung menschlicher Brandknochen. *Z. Rechtsmed.* 77, 191–200.
HERRMANN, B. (1977): Über die Abhängigkeit der Schrumpfung vom Mineralgehalt bei experimentell verbrannten Knochen. *Anthr. Anz.* 36, 7–12.
HERRMANN, B. (1980): Kleine Geschichte der Leichenbranduntersuchung. *Fornvännen* 75, 20–29.
HUMMEL, S. & H. SCHUTKOWSKI (1986): Neue Ansätze in der Leichenbranduntersuchung. In: B. HERRMANN (Hrsg.), Innovative Trends in der Prähistorischen Anthropologie. *Mitt. Berliner Ges. Anthropol., Ethnol. u. Urgesch.* 7, 141–146.
HUMMEL, S., J. BURGER, B. ZEIKE & B. HERRMANN (2000): DNA-Typisierungen zur Identifikation archäozoologischer Funde. *Homo* 51, 53.
KAUFMANN, B. (1976): Die anthropologische Untersuchung der Leichenbrände aus dem römischen Friedhof von Courroux im Berner Jura. In: S. MARTIN-KILCHER, Das römische Gräberfeld von Courroux im Berner Jura. *Basler Beitr. z. Ur- u. Frühgesch.* 2, Derendingen-Solothurn, 207–231.
KLOIBER, Ä. (1952): Die Skelettreste aus dem römerzeitlichen Brandgräberfeld in der Wurmstrasse (Kreuzschwestern). *Jahrb. d. Stadt Linz* 1952, 491–538.
KLOIBER, Ä. (1963): Anthropologische Untersuchungen an Leichenbränden des hallstattzeitlichen Gräberfeldes von Leoben-Hinterberg. *Schild v. Steier* 11, 17–27.
KOKABI, M. (1987): Tierknochen. In: R. ASSKAMP, M. KOKABI & J. WAHL, Das römische Brandgrab von Altdorf, Gde. Ettenheim, Ortenaukreis. *Fundber. aus Bad.-Württ.* 12, 355–361.
KOKABI, M. & J. WAHL (1988): Tierknochen. In: J. WAHL & M. KOKABI, Das römische Gräberfeld von Stettfeld I. Osteologische Untersuchung der Knochenreste aus dem Gräberfeld. *Forsch. u. Ber. z. Vor- u. Frühgesch. in Bad.-Württ.* 29. Stuttgart, 225–281.
KOKABI, M. & J. WAHL (2001): Über die Aussagemöglichkeiten verbrannter Tier- und Menschenknochen anhand ausgewählter Befunde aus der vorrömischen Eisenzeit und der römischen Kaiserzeit. *Festschrift f. H. Roth. Studia honoraria.*
KÜHL, I. (1977): Die Leichenbrände vom Brandgräberfeld auf der Düne Wissing, Gemeinde Haldern, Kreis Wesel (früher Kreis Rees). Schleswig/Kiel.
KÜHL, I. (1981): Eine Leichenbrandbestattung mit Bärenkralle aus der mittleren Bronzezeit. Gemeinde Nützen, Kreis Segeberg. *Die Heimat* 88, 215–227.

- KRUMBEIN, C. (1935): Anthropologische Untersuchungen der Leichenbrände des Gräberfeldes Sölten, Kreis Recklinghausen. Westfalen 20, 240–246.
- LANGE, M., H. SCHUTKOWSKI, S. HUMMEL & B. HERRMANN (1987): A bibliography on cremation. *Pact* 19, Rixensart (Belgien).
- LOREILLE, O. & J. D. VIGNE (1997): First distinction of sheep and goat archaeological bones by means of their fossil mt-DNA. *J. Arch. Sci.* 24, 33–37.
- MAZESS, R. B. & J. R. CAMERON (1973): Bone mineral content in normal U. S. whites. In: R. B. MAZESS (Hrsg.), *International conference on bone measurement*. Chicago, 228–237.
- MÜLLER, Chr. (1979): Ergebnisse der anthropologischen Untersuchung der Leichenbrände aus dem kaiserzeitlichen Gräberfeld von Zethlingen, Kreis Kalbe/M. *Zeitschr. Arch.* 13, 265–278.
- OWSLEY, D. W., A. M. MIREs & M. S. KEITH (1985): Case Involving Differentiation of Deer and Human Bone Fragments. *Journal For. Sci.* 30, 572–578.
- PARSCHE, F., U. MAURER & G. ZIEGELMAYER (1994): Die anthropologischen Ergebnisse der Brandbestattungen von Altlußheim-Hubwald. In: G. DREIBUSCH, *Das römische Gräberfeld von Altlußheim-Hubwald (Rhein-Neckar-Kreis)*. *Materialh. z. Arch. in Bad.-Württ.* 24, 116–125.
- PLHAK, M. (1988): Anthropologische Untersuchungen des Leichenbrandes aus dem römischen Brandgräberfeld Flur »Burgfeld« in Welzheim (Rems-Murr-Kreis). Unveröff. Manuskript.
- PUSCH, C. M., M. BROGHAMMER & M. SCHOLZ (2000): Cremation practices and the survival of ancient DNA: burnt bone analyses via RAPD-mediated PCR. *Anthrop. Anz.* 58, 237–251.
- RÄMSCH, R. & E. ZERNDT (1963): Vergleichende Untersuchungen der Havers'schen Kanäle zwischen Menschen und Haustieren. *Archiv Kriminol.* 131, 74–87.
- RÖHRER-ERTL, O. (1987): Das Brand- und Körpergräberfeld »Schwabmünchen 1978«. Anthropologische Fallstudie zu Bevölkerungsbiologie, Bevölkerungsgeschichte und dem ethnischen Wandel in der römischen Provincia Raetia. *Hohenschäftlarn*.
- RÖSING, F. W. (1977): Methoden und Aussagemöglichkeiten der anthropologischen Leichenbrandbearbeitung. *Arch. u. Naturwiss.* 1, 53–80.
- SCHAEFER, U. (1961): Grenzen und Möglichkeiten der anthropologischen Untersuchung von Leichenbränden. *Ber. 5. Int. Kongr. Vor- u. Frühgesch. in Hamburg 1958*, Berlin, 717–724.
- SCHAEFER, U. (1964): Beiträge zum Problem der Leichenbranduntersuchung. *Z. Morph. Anthrop.* 55, 277–282.
- SCHAFBERG, R. (1998): Das Urnengräberfeld vom Roten Berg bei Loitsche, Ldkr. Ohrekreis, Sachsen-Anhalt. Anthropologische Bearbeitung der Leichenbrände. *Diss. Braunschweig*.
- SCHMID, E. (1973): Die Tierreste im Leichenbrand der Spätlatènegräber 2 und 4 von Neuwied, Stadtteil Heimbach-Weis. *Bonner Jahrb.* 173, 47–52.
- SCHUTKOWSKI, H. (1983): Über den diagnostischen Wert der Pars petrosa ossis temporalis für die Geschlechtsbestimmung. *Z. Morph. Anthrop.* 74, 129–144.
- SCHUTKOWSKI, H. & S. HUMMEL (1987): Variabilitätsvergleich von Wandstärken für die Geschlechtszuweisung an Leichenbränden. *Anthrop. Anz.* 45, 43–47.
- THIEME, U. (1937/38): Leichenbranduntersuchungen. In: R. DEHNKE, *Burgundische Gräber von Lichtenberg, Kreis Torgau*. *Prähist. Zeitschr.* 28–29, 265–284.
- THIEME, U. (1970): Über Leichenbranduntersuchungen. *Neue Ausgr. u. Funde in Niedersachsen* 5, 253–286.
- TURNER, E., M. STREET, W. HENKE & TH. TERBERGER (2000): Neandertaler oder Höhlenbär? Eine Neubewertung der »menschlichen« Schädelreste aus der Wildscheuer, Hessen. *Arch. Korr.bl.* 30, 1–14.
- VAN VARK, G. N. (1971): Eine Methode zur Geschlechtsbestimmung prähistorischer Individuen auf Grund von Skelettüberresten. *Homo* 22, 76–84.
- VAN VARK, G. N. (1974): The investigation of human cremated skeletal material by multivariate statistical methods, I. *Methodology. Ossa* 1, 63–95.
- VAN VARK, G. N. (1975): The investigation of human cremated skeletal material by multivariate statistical methods, II. *Measures. Ossa* 2, 47–53.
- VAN VARK, G. N., W. H. M. AMESZ-VOORHOEVE & A. G. F. M. CUIJPERS (1996): Sex-diagnosis of human cremated skeletal material by means of mathematical-statistical and data-analytical methods. *Homo* 47, 305–338.
- VOLK, P., H. NIEDERMANN & B. SCHNEIDER (1988): Frauen am römischen Limes. Anthropologische Rekonstruktion der Bevölkerung von Kastell und Vicus Schirenhof. In: M. HILGARTH & M. MÖNIG-SCHUTH (Hrsg.), *Festschrift für Prof. Dr. H.-G. Hillemanns zum 65. Geburtstag*. Konstanz, 549–587.
- WAHL, J. (1981a): Beobachtungen zur Verbrennung menschlicher Leichname. Über die Vergleichbarkeit moderner Kremationen mit prähistorischen Leichenbränden. *Arch. Korr.bl.* 11, 271–279.
- WAHL, J. (1981b): Ein Beitrag zur metrischen Geschlechtsdiagnose verbrannter und unverbrannter menschlicher Knochenreste – ausgearbeitet an der Pars petrosa ossis temporalis. *Z. Rechtsmed.* 86, 79–101.
- WAHL, J. (1982): Leichenbranduntersuchungen. Ein Überblick über die Bearbeitungs- und Aussagemöglichkeiten von Brandgräbern. *Prähist. Zeitschr.* 57, 1–125.
- WAHL, J. (1988a): Süderbrarup. Ein Gräberfeld der römischen Kaiserzeit und Völkerwanderungszeit in Angeln. II. Anthropologische Untersuchungen. *Offa-Bücher* 64, Neumünster.
- WAHL, J. (1988b): Menschenknochen. In: J. WAHL & M. KOKABI, *Das römische Gräberfeld von Stettfeld I. Osteologische Untersuchung der Knochenreste aus dem Gräberfeld*. *Forsch. u. Ber. z. Vor- u. Frühgesch. in Bad.-Württ.* 29, Stuttgart, 46–224.
- WAHL, J. (1988c): Die Leichenbrände des römischen Gräberfeldes von Schankweiler, Kreis Bitburg-Prüm. In: R. LUDWIG, *Das frühromische Brandgräberfeld von Schankweiler, Kreis Bitburg-Prüm*. *Trierer Zeitschr.* 51, 367–422.
- WAHL, J. (1996): Erfahrungen zur metrischen Geschlechtsdiagnose bei Leichenbränden. *Homo* 47, 339–359.
- WAHL, J. & M. GRAW (im Druck), Metric sex differentiation of the pars petrosa ossis temporalis. *Int. Journal of Legal Med.*
- WERNER, A. (1990): Versuche zur Rekonstruktion provinziäl-römischer Brandbestattungen vom Typ Bustum. In: *Experimentelle Archäologie in Deutschland*. *Arch. Mitt. aus Nordwestdeutschland*, Beih. 4, Oldenburg, 227–230.
- WOLF, D. J. (1986): Forensic Anthropology Scene Investigations. In: K. J. Reichs (Ed.), *Forensic Osteology. Advances in the Identification of Human Remains*. Springfield, Illinois, 3–23.