

ERGEBNISSE EXPERIMENTELLER VERBRENNUNGEN ZUR FESTSTELLUNG VON FORM- UND GRÖSSENVERÄNDERUNGEN VON MENSCHENKNOCHEN UNTER DEM EINFLUSS VON HOHEN TEMPERATUREN

MILAN DOKLÁDAL

EINLEITUNG

Die verbrannten Menschenknochen stehen in den letzten Jahren als Objekt der Personenidentifikation im Mittelpunkt des Interesses der Morphologen sowie der Gerichtsmediziner. In der Gerichtsmedizin handelt es sich vor allem um Identifikation der Opfer bei Massenunfällen verschiedener Art, z. B. Absturz und Brand von Flugzeugen, Brand von Kraftfahrzeugen, Feuer in grossen Kaufhäusern usw., bei welchen eine grössere Anzahl von Menschen um das Leben kommt, aber auch um kriminelle Verbrennungen von entweder lebenden menschlichen Körpern (Selbstmord), oder Leichen (Mord). Bei der Beurteilung von Brandknochen aus der Vorzeit werden die Anthropologen um eine möglichst vollkommene Rekonstruktion der Population der Urnengräberfelder mit Leichenbränden gesucht. Bei den Arbeiten dieser Art wurden bisher überwiegend die klassischen Methoden angewandt, welche zur Geschlechts- und Altersdiagnose an dem normal erhaltenen Skelett ausgearbeitet sind. Da aber die Knochen durch die Brandeinwirkungen in ihrer Grösse und besonders in ihrer Form in kleinerem oder grösserem Ausmasse geändert werden, ist es nicht möglich, diese Methoden vorbehaltlos zu gebrauchen, sondern es ist nötig, diese zu ergänzen und dem verbrannten Knochenmaterial anzupassen. Müller (1964) führt an, dass um in der Methodik überhaupt voranzukommen, Modell- und Kontrollversuche erforderlich sind, deren Ergebnisse eine ausführlichere und genauere Beurteilung verbrannter Knochen gestatten. Der beste Weg dazu ist sorgfältiges morphologisches Studium von verbrannten Knochen von Personen, deren Alter, Geschlecht und, wenn möglich, auch Robustizität sowie andere Körpermerkmale uns bekannt sind.

Da diese Fragen bisher systematisch noch nicht auf genügend umfangreichem Versuchsmaterial studiert worden sind, haben mich vor einigen Jahren der Anthropologe Professor Dr. Dr. Jindřich A. Valšík und der Anatome Professor Dr. Dr. Karel

Žlábek aufgefordert, die Problematik der verbrannten Menschenknochen auf experimentellem Wege zu verfolgen.

Zum Ziel dieser Studien habe ich mir die Beantwortung von drei Hauptfragen gestellt:

1. Die Feststellung des allgemeinen Erhaltungszustandes, der Form- und Grössenveränderungen der verbrannten Menschenknochen;
2. der Zusammenhang zwischen dem anatomischen Bau und dem Erhaltungszustand der verbrannten Knochen; und
3. der Aussagewert der Alters- und Geschlechtsmerkmale an verbrannten Knochen für die Personenidentifikation.

Die Untersuchungen nahmen mehrere Jahre in Anspruch und wurden im Jahre 1968 abgeschlossen. Die Teilerfahrungen von diesem Studium habe ich schon in einigen Kongress- und Kurzberichten vorläufig mitgeteilt (Dokládál 1962, 1963, 1966a, 1966b, 1967).

In der vorgelegten Arbeit wird die erste Frage beantwortet, nämlich welchen Form- und Grössenveränderungen die menschlichen Knochen beim Verbrennen unter dem Einfluss von hohen Temperaturen unterliegen.

KURZE LITERATURUEBERSICHT

Die Autoren, welche sich mit den Möglichkeiten der Personenidentifikation auf Grund vom verbrannten Menschenskelett oder nur vereinzelt Knochen in den vergangenen Jahren befassten, sind nicht zu zahlreich.

Nur Mueller (1920, 1945), Dijkstra (1938), Gejvall (1947) und Anderson (1957) haben bisher den Einfluss des Brandes auf das Skelett experimentell verfolgt. Mueller versuchte auf makroskopischem und mikroskopischem Wege das Alter und das Geschlecht von kriminell verbrannten menschlichen Feten und Kindern festzustellen. Dijkstra verbrannte frische Knochen auf einem

Scheiterhaufen von Eichenholz und studierte nachher ihre Morphologie. Er führt an, dass die Knochen rissig wurden und platzen, das Schädeldach flachte sich ab. Der Winkel zwischen dem Collum und der Diaphysis femoris streckte sich, ein Unterkiefer bog sich auseinander. Die Schrumpfung der Knochen war im allgemeinen ziemlich gering, denn sie schwankte zwischen 0,7–1,0 % der ursprünglichen Grösse. Gejvall studierte die verbrannten Menschenknochen im Stockholmer Krematorium. Die Erfahrungen dieses Studiums wurden zwar nicht ausführlicher veröffentlicht, aber Gejvall hat mir diese zuerst schriftlich und später auch mündlich mitgeteilt. Anderson verfolgte das Verhalten von Schweineknochen beim Verbrennen. (Menschenknochen standen ihm leider nicht zur Verfügung.) Der Hauptbefund seiner Arbeit waren Verkürzungen und Schrumpfungen der Knochen um 3–11 % der ursprünglichen Grösse. In der tschechischen Fachliteratur hat Fetter (1963) anlässlich einer kasuistischen Mitteilung kurz den Erhaltungszustand der verbrannten Menschenknochen beschrieben.

Das Gebiss stellt in der kriminalistischen Praxis ein sehr wichtiges Identifikationsmerkmal dar. In diesem Zusammenhang müssen wir feststellen, dass unsere bisherigen Erfahrungen mit dem Studium des Einflusses von Hitze einwirkung auf die Morphologie und Struktur der Zähne grösser sind als auf das Skelett. (Desgranges 1855, v. Lepkowski & Wachholtz 1903, Gebhard 1923, Noffz 1931, Dijkstra 1938, Dechaume & Dérobert 1934, Günther & Schmidt 1953, Meduna & Šimek 1960 u. a.) Es wurde festgestellt und später auch auf experimentellem Wege bestätigt, dass bei der Temperatur von 200 bis 250 °C nur gewisse Farbeänderungen der Zähne eintreten, bei der Temperatur von 400–400 °C entstehen die ersten Risse und andere Beschädigungen auf dem Zahnschmelz und auf dem Zahnwurzelzement. Wenn die Temperatur des Brandes nicht die Höhe von 550 bis 600 °C übertrifft, bleibt die äussere Form der Zähne noch ziemlich gut erhalten. Erst bei einer viel höheren Temperatur (800 °C und mehr) wird völlige Dekrystallisation und später auch Destruktion der Zähne beobachtet (Fiala 1968).

Vielmehr zahlreicher sind diejenigen Autoren, welche sich mit dem Studium von Brandknochen aus den prähistorischen Zeiten (Leichenbrandgräber) befasst hatten. Die Uebersicht der wichtigsten Arbeiten dieser Art habe ich in einem früher veröffentlichten Aufsatz gegeben (Doklál 1963) und neuerlich wurde sie noch ausführlicher von Müller (1964) veröffentlicht. Einige Autoren aus dieser Gruppe haben sich nicht nur auf bloss morphologische Beschreibung der gefundenen Knochenstücke beschränkt, sondern sie haben auch die methodischen Fragen dieser Identifikation diskutiert (Gejvall 1947, 1948, Chochol 1955, 1958, Dzierzyk-ray-Rogalski 1957, Stloukal 1958, 1968, Vlček 1956, 1963, Schäfer 1961, Müller 1964 u. a.). Die Erfahrungen mit dem Studium von verbrannten Knochen aus der Vorzeit dürfen nicht vorbehaltlos auf die in der heutigen Zeit ver-

brannten Knochen übertragen werden. Wir haben nämlich bis heute keinen sicheren Beweis dafür, dass die Leichenverbrennung in der Vorgeschichte mit den heutigen Verbrennungen in technischer Hinsicht völlig identisch war. Trotzdem halte ich nützlich den Einfluss der beiden genannten Verbrennungen miteinander zu vergleichen, denn eine gewisse Analogie in der Verbrennungstechnik kann doch nicht ausgeschlossen werden. Aus diesem Grunde werden wir bei der Diskussion über unsere Befunde auch die Angaben von manchen zitierten Autoren aus dieser Gruppe in Betracht nehmen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die bisherigen Ergebnisse und Erfahrungen der erwähnten Autoren mit der Morphologie der verbrannten Knochen nicht einheitlich sind. Diese Feststellung ist für uns keine Ueberraschung, wenn wir annehmen, unter welchen verschiedenen Bedingungen die Versuche einzelner Autoren stattgefunden hatten (experimentelle Verbrennungen), und aus welcher Zeit- und Raumspanne die verschiedenen untersuchten vorgeschichtlichen Leichenbrände stammen.

Diese Tatsachen wurden für mich ein weiterer Anlass zur kritischen Ueberprüfung der Erfolge der genannten Autoren sowie zum eigenen ausführlichen systematischen Studium der Morphologie der verbrannten Menschenknochen unter Berücksichtigung der Form- und Grössenveränderungen. Dieses Studium halte ich für die erste notwendige Voraussetzung für weitere Arbeiten dieser Art mit dem Ziel, die Kriterien zur Identifikation der Personen auf Grund von verbrannten Knochen aufzustellen und damit die klassischen Identifikationsmethoden zu vervollkommen und zu ergänzen.

MATERIAL UND METHODIK

I. In den letzten Jahren hatte ich einzigartige Gelegenheit, das verbrannte Knochenmaterial aus 520 Krematorien erwachsener Personen morphologisch zu studieren. Alter, Geschlecht und Todesursache der kremierten Personen waren in allen Fällen bekannt. Bei einem kleineren Teil der Toten konnte ich noch vor der Kremation die Körpergrösse, Robustizität und eventuell auch andere Körpermerkmale feststellen. Bei der Beschaffung des Materials leistete das Institut für Anthropologie (Direktor Professor Dr. Dr. A. Valšík) der naturwissenschaftlichen Fakultät der Comenius-Universität in Bratislava finanzielle Hilfe. Das ganze Material stammt aus einem Krematorium, wo es in Gasöfen bei einer Temperatur von zirka 850 °C (700 °C bis 1000 °C) verbrannt wurde. Die Verbrennungsdauer schwankte zwischen 30 und 50 Minuten. In anatomischer Folge wurde nachher an einzelnen verbrannten Knochen oder Knochenbruchstücken verfolgt, welche Knochen, eventuell Knochenteile, völlig verbrennen und zerfallen, und welche erhalten bleiben; im letzteren Falle, ob und in welchem Grad die Brandknochen deformiert, in ihrer Grösse verändert oder anders beeinflusst werden. Bei diesen Untersuchungen wurden vor allem diejenigen morphologischen und metrischen Merkmale berücksichtigt, welche zur Geschlechts-

und Altersdiagnose des Skelettes angewendet werden.

II. In der zweiten Etappe meiner Studien habe ich fünf Leichen erwachsener Personen (mit nicht-beschädigtem Skelett), welche aus dem Seziermaterial unseres Instituts für Anatomie stammten, in zwei symmetrische Hälften geteilt. Eine Hälfte jeder Leiche wurde im Krematorium verbrannt. Die zurückgebliebenen verbrannten Skelettstücke wurden sorgfältig aufgehoben. Die zweite Hälfte jeder Leiche wurde skelettiert und mazeriert. Nachher wurden die erhaltenen Knochenstücke der verbrannten Seite mit den normal erhaltenen Knochen der anderen Seite sorgfältig verglichen und studiert. So konnten am besten die Form- und Grössenunterschiede zwischen den verbrannten und nichtverbrannten Knochen desselben Individuums zuverlässig festgestellt werden.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

1. Chemische und strukturelle Folgen der Verbrennung

Der Verbrennungsprozess des menschlichen Körpers wird als eine der Formen von schneller Oxydation der Körpergewebe betrachtet (Polson, Brittain, Marshall 1964). Bei der Verbrennung müssen die zwei wichtigsten Körperkomponenten, nämlich das Skelett und die sog. weichen Gewebe, getrennt bewertet werden.

Die organische Grundsubstanz der Knochen besteht aus kollagenen Fibrillen, die in eine verkalkte Kittsubstanz eingelagert sind. Die anorganischen Salze, vor allem die Kalksalze (Calciumphosphat 85 %, Calciumcarbonat 10 %, Magnesiumphosphat 1,5 %, Calciumfluorid 0,3 %, Calciumchlorid 0,2 % und Alkalisalze 2,0 %) sind fein verteilt an die Kittsubstanz gebunden (Benninghoff & Görttler 1968). Die sog. weichen Teile des Körpers sind aus verschiedenen an Kohlenstoff reichen Stoffen gebaut, aber die Hauptkomponente bildet hier das Wasser (70 % bis 80 %).

Bei vollkommener Verbrennung verdunstet das Wasser und die an Kohlenstoff reichen Stoffe verbrennen vollkommen. Erhalten bleiben nur die Skeletteile, welche aber unter dem Einfluss des Brandes eine Reihe von Veränderungen chemischer und physikalischer Natur erleiden (Müller 1964). Die organischen Substanzen der Knochen werden entweder vollkommen verbrannt und ausgeglüht, oder nur teilweise verbrannt, so dass der Knochen an der Oberfläche und an den Bruchlinien graue bis schwarze Farbe bekommt. Die anorganischen Teile dagegen verbrennen nicht, denn die Ca-Substanz der Knochen wird in eine Apatitform umgewandelt. Die Knochen bersten nur und zerbröckeln, manchmal zerfallen sie auch, gewöhnlich aber unterliegen sie grösseren oder kleineren Form- und Grössenveränderungen (Deformation, Schrumpfung). Je grösser diese Veränderungen sind, desto unsicherer und schwieriger wird dann die Identifikation. Bei modernen Kremationen erwachsener Personen bleiben ungefähr 2500 bis 3000 g von verbrannten Knochen, Knochenbruchstücken und Asche erhalten.

Die Feststellung, ob die Knochen wirklich ver-

brannt sind, ist im Falle von vollkommener Verbrennung nicht zu schwierig. Dagegen ist eine solche Feststellung in anderen Fällen manchmal recht problematisch. Müller (1964) führt an, dass unter bestimmten Umständen jedoch — z. B. wenn bei der Verbrennung zu niedrige Temperaturen geherrscht hatten, oder bei ungünstigen Bodeneinflüssen — können verbrannte Knochenstücke wie bei einer Erdbestattung aussehen. Auch Périnet (1964), welcher sich mit der Struktur der verbrannten Knochen ausführlich befasst hat, äussert die Meinung, dass die blosse Farbenänderung des Knochens und die Abwesenheit von organischen Substanzen im Knochengewebe noch kein zuverlässiger Beweis der Verbrennung darstellt. («L'aspect noirâtre ou l'absence de proteine dans un ossement ne sont pas encore nécessairement l'indice d'une calcination.»)

Wir haben festgestellt, dass der Verbrennungsgrad der Knochen in bedeutendem Masse von der Temperatur des Brandes abhängig ist. Chochol (1961) unterscheidet in diesem Zusammenhang bei den verbrannten Knochen aus der Vorzeit fünf Stufen des Verbrennungsgrades, welche er als unvollkommene, teilweise vollkommene, vollkommene, vollkommene bis kreideartige und kreideartige Verbrennung bezeichnet. Im modernen Krematorium werden bei den Temperaturen von 700 °C bis 900 °C alle Knochen vollkommen verbrannt bis kreideartig ausgeglüht.

In den Zweifelsfällen müssen zum Nachweis der Brandeinwirkungen auf die Knochen vor allem mikroskopische und röntgenologische Methoden zur Hilfe gezogen werden. Die bisherigen Erfahrungen verschiedener Autoren mit diesen Methoden wurden vom Müller (1964) kurz zusammengefasst:

1. Mikroskopischer Nachweis (Grimm & Strauch 1959, Strauch 1959). Nach diesen Autoren zeigt sich am Dünnschliff des zu prüfenden Knochens eine Zone der Russablagerung, die u. U. schon makroskopisch sichtbar sein kann. Die Russpartikelchen (also Kohlenstoff) finden sich in der Peripherie der Osteonen, der zylinderschalenförmigen Bauelemente der Knochensubstanz. Es erscheint daher ein dunkler Kranz. Auch in den Schaltlamellen lagert sich C ab. Die Prüfung, ob es sich tatsächlich um C handelt und nicht etwa um Fe und S, ist relativ einfach: C verschwindet beim Ausglühen im elektrischen Ofen, und für Fe und S gibt es chemische Nachweisreaktionen.

2. Röntgenologischer Nachweis (de Jong 1926, van Giffen 1927, Dijkstra 1938 und 1941, Klement 1937). Unter dem Einfluss der Verbrennungstemperatur wandeln sich die Ca-Salz-Kristalle in eine unlösliche Apatitform um, die sich röntgenologisch gut erkennen lässt.

Périnet (1964) studierte, ob es möglich ist, auf Grund der Struktur der verbrannten Knochen röntgenographisch die Temperatur des Brandes festzustellen. Er hat bewiesen, dass für die strukturellen Veränderungen des Knochengewebes die Temperaturgrenzen von 600 °C und dann von zirka 700 °C massgebend sind. Beim Brand bis zu der Temperatur von 550 °C konnte er noch keine Strukturände-

rungen feststellen. Zu den ersten sichtbaren Änderungen kommt es erst bei der Temperatur von 550 °C bis 600 °C, wann sich das Calciumphosphat in den nur unvollkommen kristallinen Hydroxyapatit umwandelt. Wenn aber der Brand die Höhe von 700 °C erreicht, ist auf den Röntgenbildern wieder regelmässige Krystallenstruktur zu erkennen. Bei noch höheren Temperaturen des Brandes (zirka 900 °C) wurden aber keine weiteren Änderungen in der Struktur der verbrannten Knochen festgestellt. P é r i n e t hat ausserdem auch die Farbe der verbrannten Knochen im Zusammenhang mit der Temperatur der Verbrennung verfolgt: wenn die Knochen bei der Temperatur zwischen 600 °C und 700 °C verbrannt wurden, besitzen sie nachher einen gräulichen Farbeton. Kreidig weisse Farbe der Knochen zeugt für die Verbrennungstemperatur über 700 °C (ausgeglühte Knochen). Unsere Erfahrungen stimmen mit dieser Feststellung völlig überein.

2. Allgemeiner Erhaltungszustand der verbrannten Knochen

Im allgemeinen konnte ich feststellen, dass der Erhaltungszustand der Knochen unmittelbar nach der Verbrennung ziemlich schlecht ist. Wenn die verbrannten Knochen noch heiss sind, zeigen sie einen hohen Grad von Zerbrechlichkeit, so dass sie nach jeder Manipulation, z. B. nach dem Zusammenhaken der Knochenreste, in kleinere Bruchstücke zerfallen. Wenn man aber die Knochen nicht unmittelbar nach dem Brand berührt und etwas abkühlen lässt, wird ihre Struktur und Konsistenz wieder etwas fester, so dass sie bei sorgfältiger Behandlung erhalten bleiben können.

Es ist wichtig darauf aufmerksam zu machen, dass eine ziemlich grosse Variabilität im Erhaltungszustand der Knochen beobachtet wurde. Während in manchen Fällen bei derselben Verbrennungstemperatur und Dauer der Kremation vom Skelett nur sehr wenige und ziemlich zerstörte Knochenstücke erhalten bleiben, findet man in anderen Fällen vom Skelett relativ viele, ziemlich grosse und gut erhaltene Knochenteile. Auch der Erhaltungszustand aller Skeletteile desselben Individuums ist nicht immer derselbe. Manche Knochen sind besser, andere schlechter erhalten. Ueber ähnliche Erfahrungen berichten auch andere Autoren, z. B. S t l o u k a l (1958) und B a c h (1963). S t l o u k a l beschreibt ein im Krematorium verbranntes Skelett einer älteren Frau mit unterschiedlichem Erhaltungszustand der Oberschenkelbeine der rechten und linken Seite: während die proximale Epiphyse des rechten Beines sehr gut erhalten war, konnte derselbe Teil des linken Beines in der Asche nicht mehr gefunden werden. Die distale Epiphyse einer Seite war fast unbeschädigt, die der anderen Seite stark deformiert. Ähnliche Unterschiede im Erhaltungszustand der Knochen beider Gliedmassen beschreibt bei einem vorzeitigen Leichenbrand B a c h. — Die Ursachen dieser Differenzen im Erhaltungszustand der verbrannten Knochen müssen erst näher studiert werden. Vorläufig sind wir der Meinung, dass der Erhaltungszustand der Knochen auch von dem inne-

ren Bau und eventuell auch vom Vorkommen pathologischer Erscheinungen in den Knochen beeinflusst werden kann. Bei den Verbrennungen bei niedrigeren Temperaturen (unter 500 °C) könnte vielleicht auch die ungleiche Temperatur im ganzen Verbrennungsfeld als Ursache des unterschiedlichen Verbrennungsgrades der einzelnen Knochen betrachtet werden.

Der Erhaltungszustand der einzelnen Knochen hängt weiter sehr eng mit ihrem anatomischen Bau zusammen. Die innere Architektur einzelner Knochen (Spaltlinien, Leitsysteme) spielt hier ohne Zweifel eine wichtige Rolle. Diese Zusammenhänge habe ich auch verfolgt und die Ergebnisse dieser Studien werden in einer nächsten Arbeit ausführlicher mitgeteilt.

3. Spezielle Morphologie der verbrannten Knochen

Schädelknochen (Abb. 1–5).

Der Schädel als Ganzes bleibt nach der Verbrennung in keinem Falle ganz erhalten. Man findet gewöhnlich eine Reihe von Schädelknochenfragmenten, deren Ausmasse und Form in den einzelnen Fällen sehr verschieden sein können.

Von den flachen Knochen des Schädeldaches sind fast immer grössere oder kleinere Knochenstücke vorhanden, welche überwiegend in gewissem Masse deformiert sind. Der Grad der Deformation hängt eng mit der Dicke der Schädelwand zusammen. Dickere Schädelwandabschnitte sind gegen jede Formveränderung widerstandsfähiger (Abb. 1). Die Schädelwand springt in der Diploe oft auseinander und die beiden Laminae können

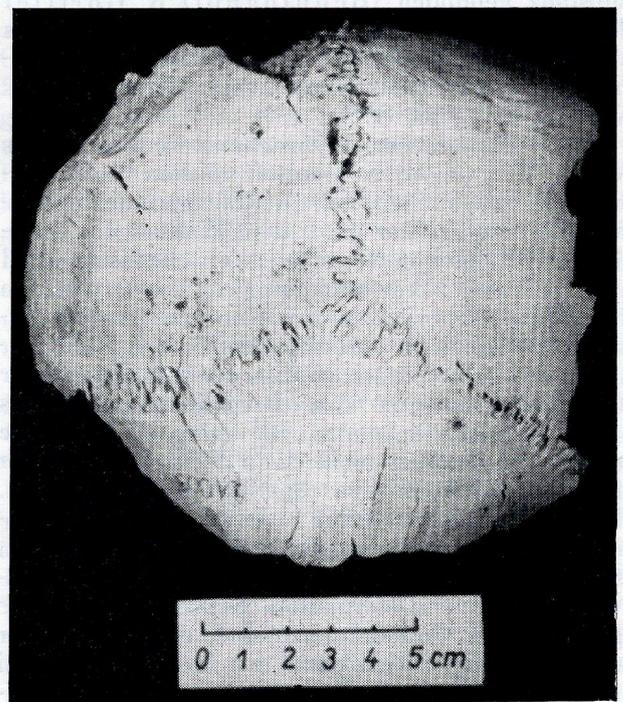


ABB. 1.

Typisches Fragment des Schädeldaches mit exokranial völlig geöffneten Nähten (Exokraniale Seite).

sich entweder nach innen oder nach aussen einrollen. Die Bruchlinien verfolgen nur bei jüngeren und mittelalten Individuen den Verlauf der Schädelnähte. Bei Personen höheren Alters (über 45 Jahre) und bei Greisen, wann die Obliteration der Schädelnähte weiter fortgeschritten ist, oder sogar schon abgeschlossen ist, bricht und zerfällt das Schädeldach ganz unregelmässig. Nicht selten haben wir gesehen, dass die Bruchlinien einen zirkulären, konzentrisch angeordneten Verlauf haben, vor allem auf dem *Os parietale*. Die ursprünglich gewölbten Knochen sind in manchen Fällen völlig abgeplattet, in anderen Fällen ganz nach innen eingerollt. Wir konnten feststellen, dass manche Nähte, welche schon fast verschlossen waren, durch den Brand bersten und täuschen dann ein viel jüngeres Alter vor.

Unter den Bruchstücken des Schädeldaches sind normalweise grössere Fragmente beider *Ossa parietalia* und der Schuppen des *Os frontale* und des *Os occipitale* gut zu erkennen.

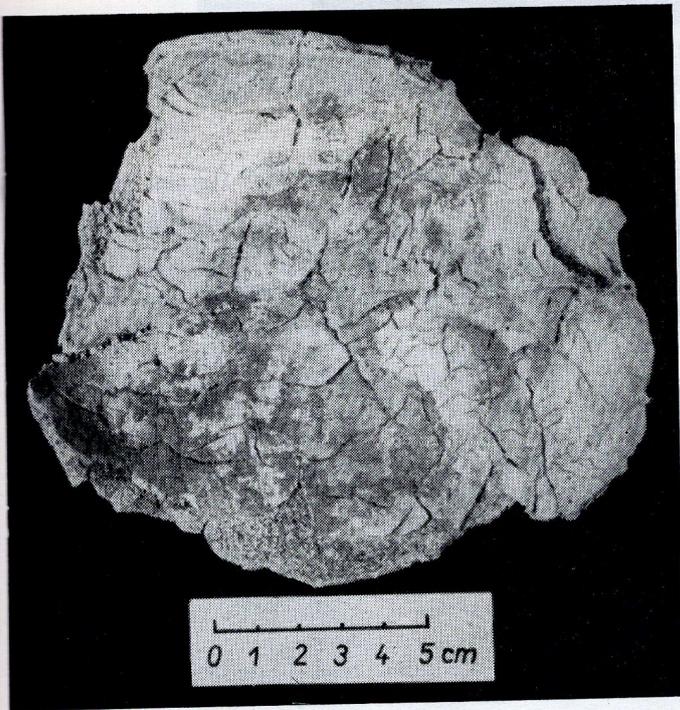


ABB. 2.

Typisches Fragment des Schädeldaches (Endokraniale Seite).

Os occipitale. Ziemlich gut erhalten, obwohl häufig deformiert ist die *Squama occipitalis* mit grösserem Teil der *Pars basialis* und der *Partes laterales*. In 6% der verfolgten Fälle war der obere Teil der Schuppe (aber auch der untere Teil) an mehreren Stellen geborsten und entweder nach innen oder nach aussen gebogen. Der betroffene Abschnitt des Knochens wies in diesen Fällen ein fächerförmiges Aussehen auf. Ein ziemlich zuverlässiges Merkmal bleibt auch an verbrannten Knochen die Ausbildung der beiden *Protuberantiae occipitales* und ihrer Umgebung, welche durch die Brandeinwirkungen nicht beeinflusst werden.

Von dem *Os frontale* liegen relativ unbeschädigt nur gewisse Teile vor: die Glabellagegend, die beiden *Arcus superciliares* und ein kleiner Abschnitt der *Pars nasalis*. Die *Squama frontalis* ist nur selten im Zusammenhang mit den übrigen Teilen des Stirnbeines erhalten, häufiger ist sie aber abgebrochen und man findet ihren oberen Teil eher auf einem Fragment des Schädeldaches zusammen mit den Bruchstücken beider Scheitelbeine. Die Deformation des Stirnbeines besteht manchmal darin, dass der untere Teil der *Squama frontalis* geborsten ist, der *Sinus frontalis* öffnet sich und seine vordere Wand springt hervor. In diesen Fällen ist die ganze supraorbitale Gegend stark deformiert und sie verliert infolgedessen viel von ihrem Aussagewert als einer der wichtigsten Geschlechtsmerkmale am Schädel.

Die beiden *Nasenbeine* waren in der Mehrzahl der verfolgten Fälle ziemlich gut erhalten, so dass man den nasofrontalen Übergang und die Form der Nasenwurzel gut beurteilen konnte.

Der einzige Knochen des Neurokranium, welcher durch die Verbrennung in seiner Gesamtform nicht zu viel beeinflusst wird, ist das *Os temporale* (Abb. 3, 4). Der Warzenfortsatz und die Pyramide bleiben unverändert und behalten ihren diagnostischen Wert als ein zuverlässiges Geschlechtsmerkmal auch im verbrannten Zustand. Nur manchmal springen unter der Hitzeeinwirkung die ursprünglich selbständigen Teile des Schläfenbeines auseinander. Die *Pars mastoidea*, die Pyramide und die Schuppe mit dem *Processus zygomaticus* werden dann isoliert gefunden. Die dünne Schläfenbeinschuppe kann gewissen Formveränderungen unterliegen und kann, falls sie von dem übrigen Bein abgebrochen ist, gebogen bis eingerollt werden. Der *Processus zygomaticus* bleibt nur in ziemlich kleinem Ausmasse erhalten (nur 1–2 cm lang). Der ganze Jochbogen wird abgebrochen.

Die Knochen der *Schädelbasis* sind dank ihrem ziemlich massiven Bau besser erhalten als die Knochen der Kalotte. Neben dem Schläfenbein, dem Körper und den lateralen Teilen des Hinterhauptbeines finden wir auch das *Corpus ossis sphenoidalis* mit der *Sella turcica* unbeschädigt (Abb. 3). Die beiden Flügel sowie die Flügelfortsätze des Keilbeines brechen aber an den Stellen der Öffnungen (*Foramen rotundum*, *ovale*) ab. Die obere Wand des *Sinus sphenoidalis* ist häufig defekt. Die synotische Vereinigung des *Os occipitale* und des *Os sphenoidale* an der Stelle der ursprünglichen *Synchondrosis sphenoccipitalis* bleibt gegen die Brandeinwirkungen widerstandsfähig.

Aus dem Bereich des *Gesichtsschädels* liegen nur relativ kleinere Knochenstücke vor (mit Ausnahme des Unterkiefers). Am häufigsten handelt es sich um die beiden Oberkiefer oder ihre Fragmente. Während die Wände des Oberkieferkörpers oft beschädigt oder sogar stark zerstört sind, bleiben die Fortsätze besser erhalten. Das gilt vor allem für die Zahnfortsätze mit den Alveolen, welche überwiegend zahnlos sind. Zähne haben wir in den Alveolen nur selten gesehen, öfter findet man nur die Zahnwurzeln, die Zahnkronen sind abgebrochen.

Es gilt als Regel, dass das Verbleiben der Zähne in den Zahnfächern von ihrem Gesundheitszustand und vom Alter der betreffenden Person abhängig ist: gesunde Zähne und Zähne jüngerer Personen bleiben häufiger erhalten als kariöse Zähne und Zähne Erwachsener und Greisen. Die vorderen

Mandibula (Abb. 5). Der Unterkiefer bleibt nur selten ganz erhalten. Häufiger bricht er entweder in der Symphysis mandibulae oder lateralwärts von dieser Stelle. Ausserdem brechen auch häufig seine Fortsätze ab; sie bleiben aber gut erhalten. Das gilt vor allem für das ziemlich massiv

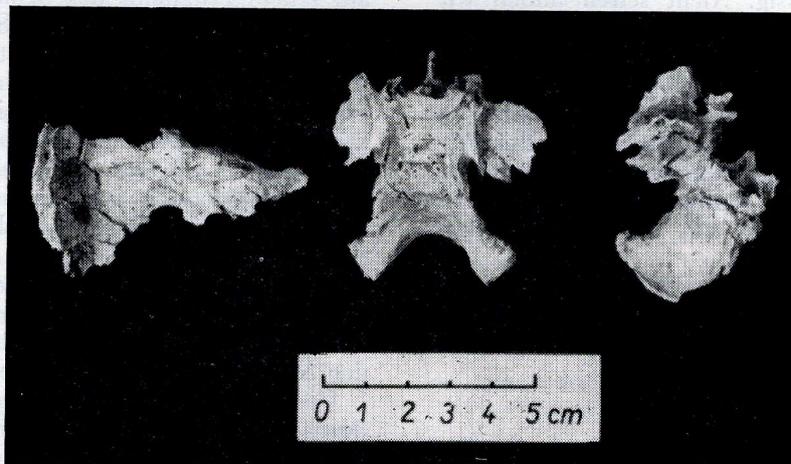


ABB. 3.
Typische Fragmente der Knochen der Schädelbasis (Pyramide des Schläfenbeines, zwei Bruchstücke des Keilbeines)

Wände der Alveolen sind oft abgebrochen. Der verstärkte Rand der Apertura piriformis wird nicht deformiert; wenn er aber zerbröckelt ist, kann er von den Bruchstücken mit Erfolg rekonstruiert werden, so dass wir uns über die Form des vorderen Naseneinganges aussprechen können. Dasselbe gilt auch für den Orbitaeingang.

gebauete Capitulum mandibulae. Der Ramus mandibulae ist an mehreren Stellen geborsten. Die Bruch- und Spaltlinien verlaufen auf beiden Flächen des Knochens parallel zu dem Verlauf des Canalis mandibulae. Manchmal springt der Ramus mandibulae auseinander und der Unterkiefer wird dadurch deformiert. Die Bruchlinie verläuft in diesen Fällen durch den Grund der Alveolen und der mediale Teil des Ramus biegt sich nach innen, so dass es äusserst schwierig ist, die genaue Form des unteren Zahnbogens zu rekonstruieren. Im Gegensatz zu diesen Veränderungen wird der untere Rand des Unterkiefers von dem Brand nicht zu viel beeinflusst. Weitere vertikal verlaufende Bruchlinien und Infraktionen finden wir oft an den Stellen des Foramen mentale und des Eckzahnes. Da die ziemlich dünne Compacta an den Stellen der Kaumuskelansätze an der medialen und lateralen Seite des Angulus mandibulae oft zerstört ist und die Spongiosa entblösst ist, kann das knöcherne Relief der Muskelansätze nicht zuverlässig beurteilt werden.



ABB. 4.
Gut erhaltener Teil des Schläfenbeines
(Exokraniale Seite)

Der Erhaltungszustand des Unterkiefers ist im gewissen Masse auch vom Alter abhängig. Bei zahnlosen Unterkiefern mit resorbierten Alveolarfortsätzen älterer Personen sind die beschriebenen Formveränderungen nicht so markant wie bei den Unterkiefern jüngerer Individuen mit noch gut erhaltenen Zahnfortsätzen und Zähnen.

Von den übrigen Knochen des Gesichtsschädels finden wir unter den erhaltenen Knochenstücken am häufigsten das Jochbein, welches von den anliegenden Knochen abgebrochen ist. Die kleineren und feiner gebauten Knochen sind überwiegend zerstört.

Zusammenfassend kann man anführen, dass die Schädelknochen, beziehungsweise ihre Fragmente in 94 % aller Fälle nach der Verbrennung erhalten bleiben und infolgedessen das beste diagnostische Skelettmerkmal zur Personenidentifikation darstellen.



ABB. 5.
 Typische Fragmente des Unterkieferastes. Mediale Fläche, laterale Fläche, obere Ansicht.

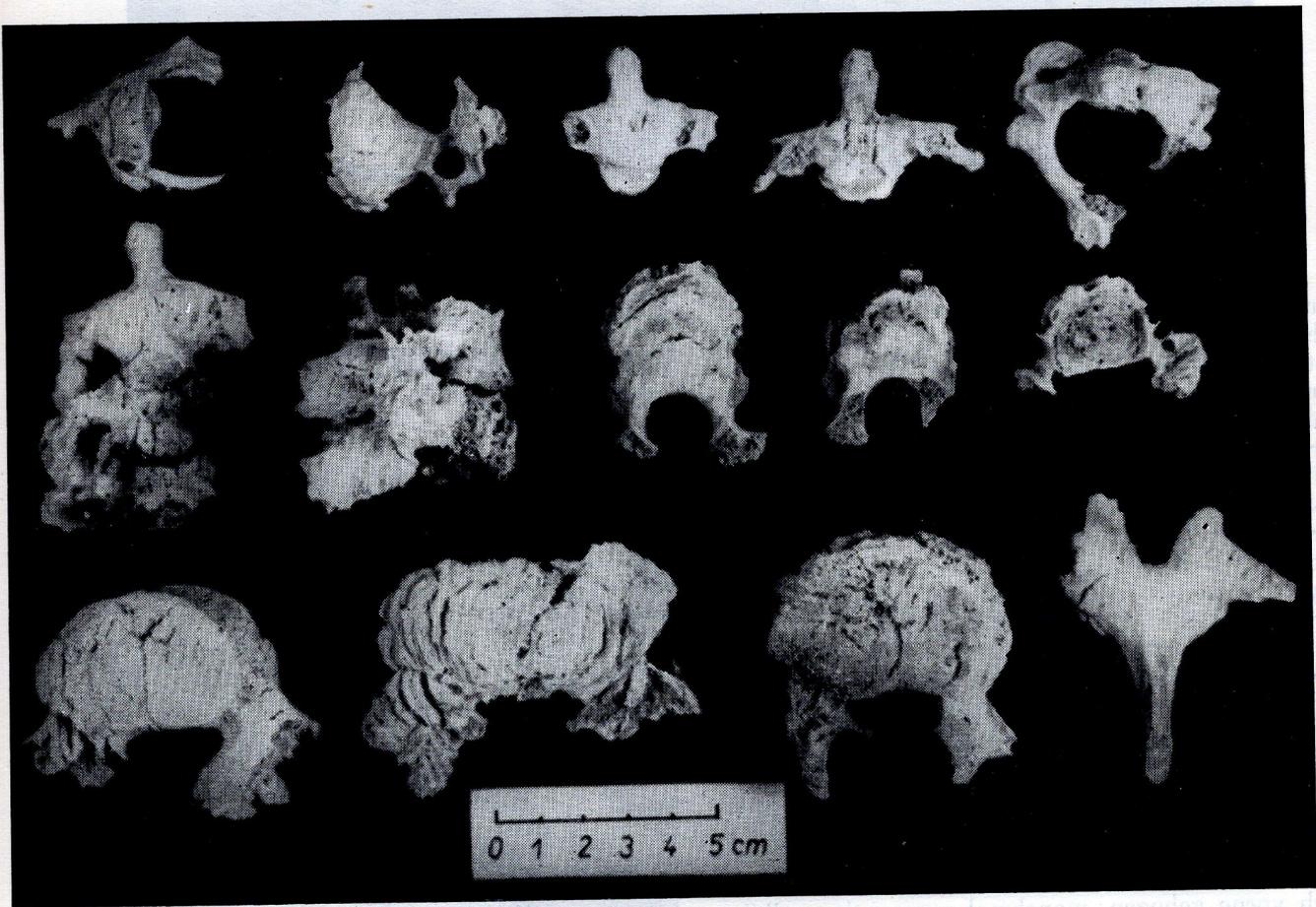


ABB. 6.
 Fragmente verschiedener Wirbel.

bauten Teile des Knochens werden durch die Brandeinwirkungen völlig zerstört. Erhalten bleiben gewöhnlich nur gewisse Abschnitte des lateralen und teilweise auch des medialen Randes. Typisch sind gut erhaltene Knochenstücke mit dem Angulus lateralis und den beiden Fortsätzen (Spina scapulae mit dem Acromion und der Processus coracoideus). Bei Übergewicht aller Fälle ist die Fossa glenoidalis mit der gesamten Gelenkfläche gut erhalten, so dass ihre Ausmasse zur Geschlechtsdiagnose von Nutzen sein können.

Humerus. Radius. Ulna (Abb. 9–12).
Von den langen Knochen des Ober- und Unterarmes

bleiben fast unverändert die beiden Epiphysen, die aber oft abgebrochen sind, besonders dann, wenn es sich um jüngere Individuen handelt. Die Diaphysen sind dagegen meistens nur in sehr zertrümmerten Bruchstücken vorhanden. Die Compacta ist oft aufgerissen bis aufgerollt. Die Endteile der Diaphysen, welche oft häufig mit den Epiphysen zusammen abgebrochen sind, sind in kleinerem oder grösserem Ausmasse verkrümmt. Dasselbe gilt auch für den ganzen Knochen, wenn er ausnahmsweise ganz erhalten bleibt. Die beiden Tubercula sind häufig defekt oder sogar abgebrochen. In diesem Falle dürfen die Ausmasse des Humeruskopfes für die



ABB 11.

Ulna, proximale und distale Epiphysen. Defekt und teilweise deformiert.

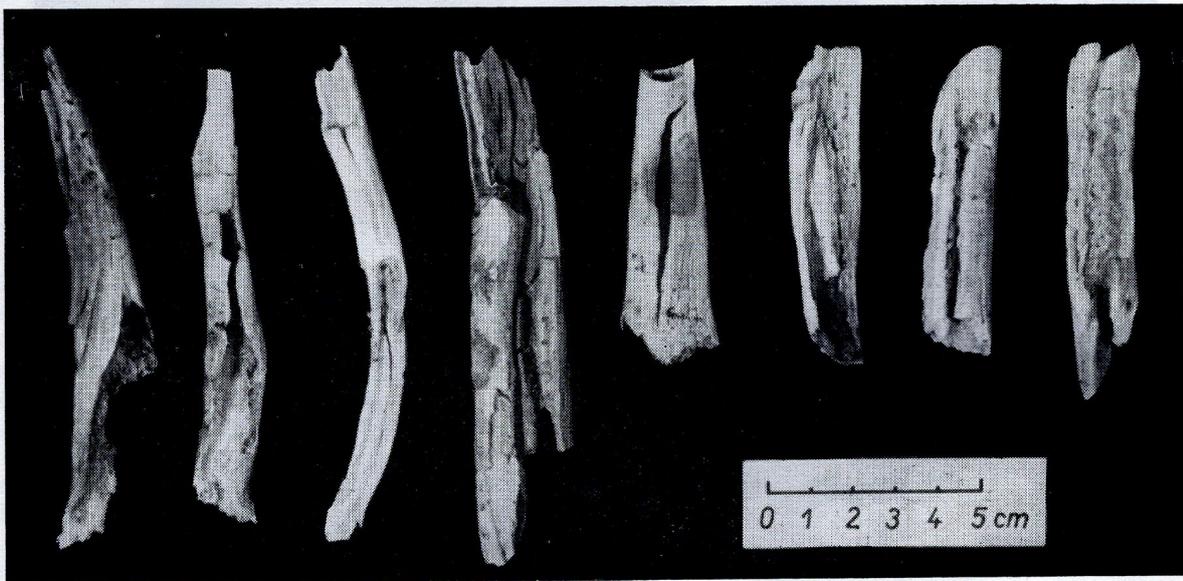


Abb. 12.

Diaphysenbruchstücke verschiedener langer Knochen der Extremitäten. Defekt und teilweise deformiert.

Geschlechtsdiagnose nur mit grosser Zurückhaltung gebraucht werden. Die Bruchlinie zwischen dem Humeruskopf und seiner Diaphyse verläuft am häufigsten in der Höhe des Collum chirurgicum humeri. Die distale Bruchlinie verläuft etwa 1–2 cm proximal von der Fossa olecrani. Die Spongiosa im proximalen Humerusende ist oft stark beschädigt, so dass es in diesen Fällen sehr schwierig ist, das Ausmass der Markhöhle für die Altersdiagnose zu beurteilen. Verkrümmt sind auch die Bruchstücke der Radius- und Ulnadiaphysen. Das Radiusköpfchen ist oft auf seinem Rand bröckelig. Abgebrochen oder stark beschädigt sind auch die Fortsätze beider Unterarmknochen.

Ossa manus. Die karpalen Knochen sind nach der Verbrennung nicht vorhanden. Von den Metacarpalien und Phalangen sind fast immer mehrere Stücke zu finden, besonders die Endstücke der Knochen. Der Körper ist dagegen deformiert und manchmal geborsten (Abb. 13). In vielen Fällen ist die nähere Identifikation dieser Knochen wegen Deformationen sehr schwierig.

Skelett der unteren Extremität (Abb. 13–17)

Oscoxae. Auffallend ist, dass grössere Fragmente des Hüftbeines nur ziemlich selten erhalten bleiben. Es handelt sich vor allem um die lateralen Teile der Fossa iliaca mit der Crista iliaca. Viel häufiger war der Fund eines Teiles des Acetabulum und kleinerer Fragmente von Os ischii und Os

pubis. Diese Bruchstücke sind weder deformiert noch anders in ihrer Grösse verändert (Abb. 14). Da der symphyseale Teil des Os pubis fast unverändert bleibt, bietet sein Relief auch bei verbrannten Knochen ein relativ zuverlässiges Altersmerkmal. Dasselbe gilt auch für das Foramen obturatum (Geschlechtsmerkmal).

Femur, Tibia, Fibula. Für den Erhaltungszustand der langen Knochen der unteren Extremität gilt im Grundsatz dasselbe was bei den langen Knochen der oberen Extremität gesagt wurde: die epiphysealen Teile der Knochen sind relativ gut erhalten, die Kondylen und andere Fortsätze sind jedoch häufig abgebrochen oder stark defekt, die Diaphysen sind zerbröckelt und deformiert: aufgerissen bis eingerollt (Abb. 15, 16). Ähnlich wie der Humeruskopf ist auch der Femurkopf besonders bei älteren Personen bröckelig und an mehreren Stellen geborsten. Diese Veränderungen beeinflussen wesentlich die wichtigste Ausmasse des Femurkopfes (Geschlechtsmerkmal). Die Tibia zerfällt häufig in drei Teile, von denen die proximale und die distale Epiphyse stark beschädigt ist (Abb. 16). Die Fibula ist wegen ihres ziemlich feinen Baus von den langen Knochen bei der Verbrennung am schwersten betroffen. Man findet nur einen stark defekten Teil des Köpfchens und den Knöchel, Malleolus fibulae, beide defekt. Die Diaphyse des Knochens ist zerbröckelt und die Bruchstücke sind stark deformiert (Abb. 16).

Pateila. Die Kniescheibe behält in den meisten Fällen auch nach der Verbrennung ihre ursprüngli-



ABB. 13.

Verschiedene Knochen der Hand und des Fusses. Defekt und teilweise deformiert.

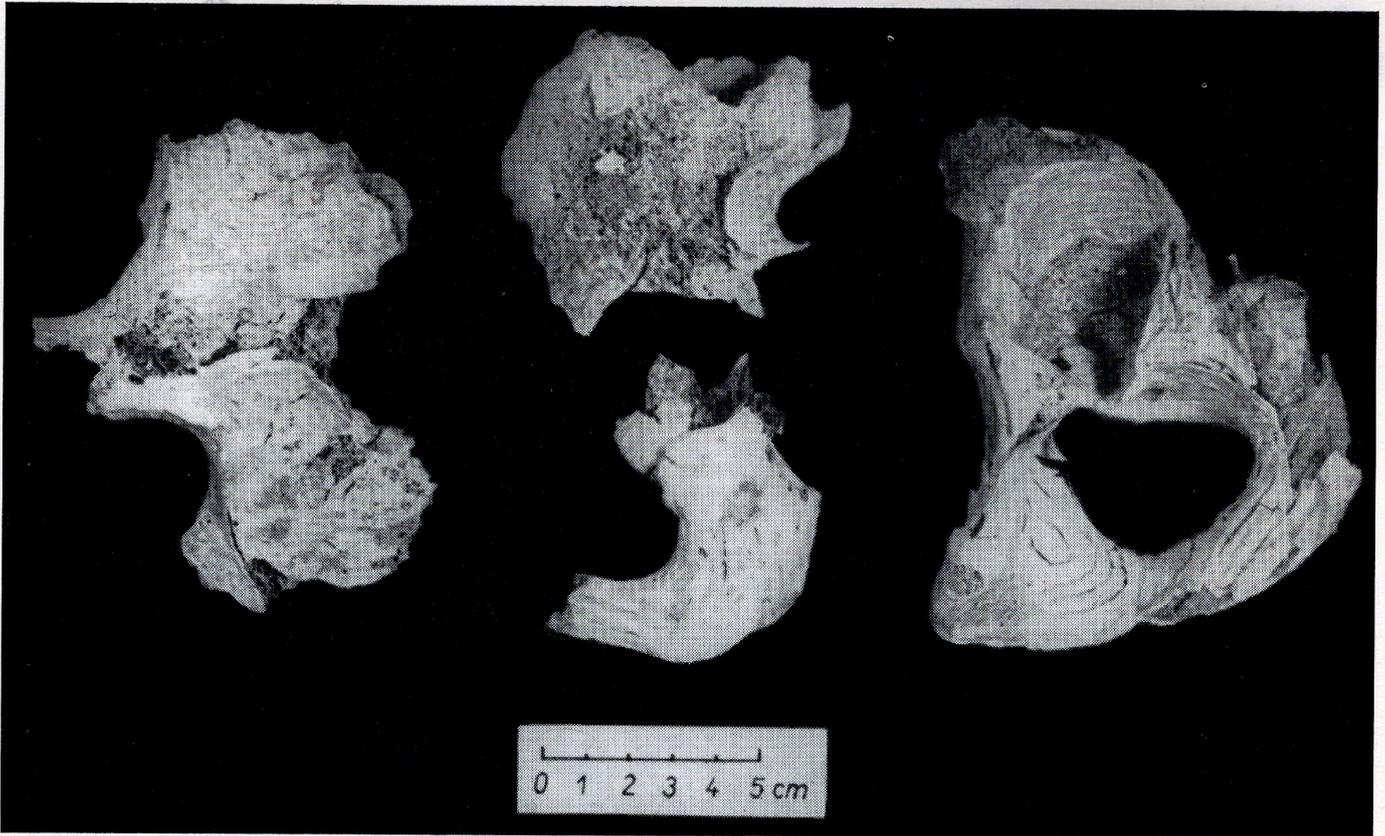


ABB. 14.
Typische Bruchstücke des Hüftbeines.



ABB. 15.
Proximale Femurepiphysen. Defekt und teilweise deformiert.



ABB. 16.

Typische Bruchstücke der Unterschenkelknochen: Tibia und Fibula. Defekt und teilweise deformiert.

che Form und Grösse, was für die Geschlechtsdiagnose von grosser Bedeutung ist (Abb. 17).

Ossa pedis. Für den Erhaltungszustand der Fussknochen gilt im Grundsatz dasselbe, was über die Handknochen gesagt wurde. Die grösseren Kno-

chen, wie z. B. der Calcaneus oder der Talus, bleiben erhalten, aber ziemlich defekt. Relativ gut erhalten bleibt immer der erste metatarsale Knochen, die übrigen Knochen sind in ihrem mittleren Teil deformiert. Die Phalanges der Zehen sind wegen ihrer Kürze und relativen Massivität erhalten, aber häufig geborsten (Abb. 17).

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die vorgelegte Analyse der Morphologie der verbrannten Menschenknochen zeigt erstens ein sehr unterschiedliches Verhalten der einzelnen Knochen beim Verbrennen und zweitens die Abhängigkeit ihres Erhaltungszustandes von verschiedenen Faktoren wie Temperatur und Dauer der Verbrennung, Struktur der Knochen, pathologische Erscheinungen an den Knochen u. a., welche in Betracht genommen werden müssen. Infolgedessen scheint es sehr schwierig, den Einfluss der Verbrennung bei hohen Temperaturen auf die Morphologie der Menschenknochen oder Knochentypen eindeutig auszudrücken und kurz zusammenzufassen. Die geschilderte Variabilität muss immer berücksichtigt werden.

Für praktische Ziele (Identifikation) können aber alle Knochen oder Knochenmerkmale in ungefähr drei Gruppen eingeteilt werden:

I. In die erste Gruppe gehören diejenigen Knochen und Merkmale, welche durch die Verbrennung überhaupt nicht oder nur in ganz unbedeutendem Masse beeinflusst werden. Diese können zur Personidentifikation mit beinahe derselben Zuverlässigkeit wie bei dem normal erhaltenen Skelett mit

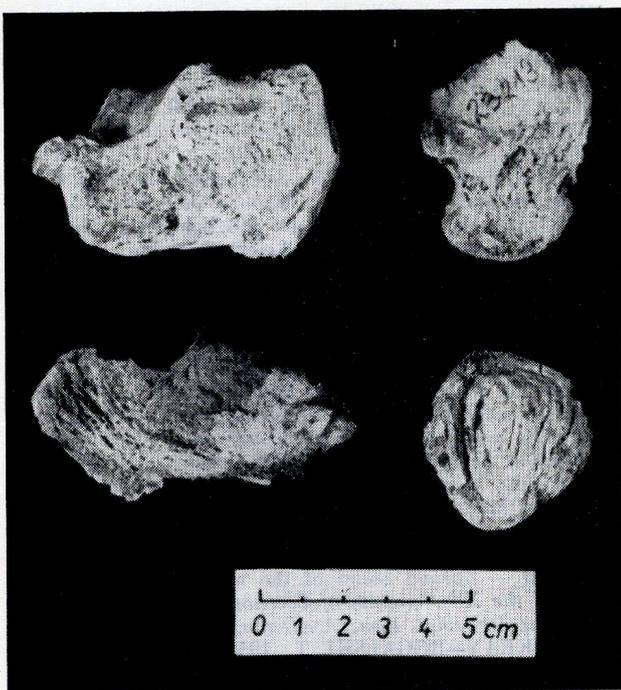


ABB. 17.

Calcaneus, Talus, Calcaneus (stark defekt), Patella.

Erfolg angewandt werden. Es sind hauptsächlich folgende Merkmale: allgemeine Robustizität oder Grazilität der Knochen, die Dicke der Schädelknochen, die Gestaltung der Knochen der Schädelbasis (mit der Sella turcica, Clivus, Foramen magnum u. a.), das Os temporale (vor allem die Pyramide und der Processus mastoideus), die Squama occipitalis (mit der Protuberantia occipitalis externa), die Inion-Gegend, die Form des Orbitaeinganges und der Apertura piriformis, der nasofrontale Übergang, das Capitulum mandibulae, die Protuberantia mentalis, der Angulus mandibulae, der Dens axis, das Symphysenrelief, die Form des Foramen obturatum und die Patella.

II. In die zweite Gruppe reihe ich diejenigen Merkmale, welche auf das verbrannte Knochenmaterial nur in gewissen Fällen angewandt werden dürfen. Ihre Zuverlässigkeit ist von dem Erhaltungszustand der betreffenden Knochen oder Knochenanteile abhängig. Verhältnisgleich mit ihrer Deformation, Beschädigung oder Zerstörung sinkt auch ihr Aussagewert für die Personenidentifikation. In diese Gruppe gehören folgende Merkmale: die Form der Glabella, der Stirn und der ganzen supraorbitalen Gegend, die Form der Zahnbogen, die Grösse der Wirbelkörper, die gesamte Form und Krümmung des Kreuzbeines, die Ausmasse der Fossa glenoidalis scapulae, die Ausmasse der Epiphysen der langen Gliedmassenknochen (Caput humeri, Caput femoris, Capitulum radii), der Ausmasse der Markhöhle in langen Knochen, die Wanddicke der Diaphysen der Röhrenknochen und Ausmasse der Fusswurzelknochen.

III. In die dritte Gruppe ordne ich diejenigen Skeletteile und Merkmale, welche sich für die Personenidentifikation am verbrannten Knochenmaterial als nutzlos gezeigt hatten. Es sind vor allem die meisten metrischen Werte wie die Schädelausmasse, die Längen der Röhrenknochen, die Ausmasse sowie die Formmerkmale des Beckens, weiter die Obliteration der Schädelnähte und die Ausbildung verschiedener Merkmale im Bereich des Gesichtsschädels.

Die Grössenunterschiede der Epiphysen von langen Knochen, vor allem des Caput humeri und des Caput femoris an verbrannten und nichtverbrannten Knochen konnten zuverlässig nur an den fünf Skeletten festgestellt werden, von denen eine Hälfte verbrannt und die andere in normalem Zustand mazeriert wurde. Die verbrannten Knochenanteile (Epiphysen) waren in drei von den fünf untersuchten Fällen um einige Millimeter kleiner (3–5 mm) als die Knochen der nichtverbrannten Seite. Dieser Unterschied könnte für eine Schrumpfung der verbrannten Knochen deuten.* Die Unterschiede übertrafen jedoch in keinem Falle 10 % der Grösse der nichtverbrannten Knochen. Diese Feststellung stimmt völlig mit den Angaben von Anderson (1957), welcher bei den Tierknochen eine Verkleinerung von 3 % bis 11 % festgestellt hatte.

* Die Ergebnisse der exakt festgestellten Grössenunterschiede der verbrannten und nichtverbrannten Knochen derselben Individuen lege ich in einer anderen Arbeit vor (DOKLÁDAL, 1970).

Auf Grund von ausführlichem morphologischem Studium der verbrannten Skelette von 520 Personen bekannten Alters und Geschlechts wurde der Erhaltungszustand einzelner Knochen, bzw. Knochenbruchstücke verfolgt. Besondere Aufmerksamkeit wurde dabei denjenigen metrischen und deskriptiven Merkmalen gewidmet, welche zur Geschlechts- und Altersbestimmung am Skelett gebraucht werden. Die wichtigsten Merkmale dieser Art wurden in drei Gruppen klassifiziert:

1. Merkmale, welche durch die Feuereinwirkung nicht beeinflusst werden,

2. Merkmale, welche nur relativ gegen Feuer widerstandsfähig sind, d. h. sie können aber müssen nicht unbedingt deformiert oder anders beeinflusst werden, und

3. Merkmale, welche bei der Verbrennung entweder völlig zerstört sind oder in dem Ausmasse beeinflusst werden, dass sie ihren Aussagewert für die Geschlechts- und Altersbestimmung verlieren und infolgedessen nutzlos sind.

Die Ergebnisse dieses Studiums geben eine Unterlage für das kritische Überprüfen der Zuverlässigkeit der wichtigsten morphologischen Geschlechts- und Altersmerkmale an verbrannten Menschenknochen.

LITERATUR

- ANDERSON, H. J., 1957: Experimentelle Untersuchungen über das Verhalten von Knochen beim Verbrennen. *Anthropolog. Institut der Univ. Kiel. Ungedruckte Doktorarbeit.*
- BACH, H., 1963: Ein Grabhügel mit Schnurkeramik von Dornburg; Landkreis Jena. B. Die menschlichen Skelettreste. *Præhist. Zeitschrift* 41 : 134–149.
- BENNINGHOFF, A., & GOERTTLER, K., 1968: Lehrbuch der Anatomie des Menschen. *Band I. München—Berlin—Wien.*
- DECHAUME, M., DÉROBERT L., 1934: De la résistance des dents à la calcination. Étude expérimentale. *Rev. Stomat.* 36 : 769–800.
- DESGRANGES (1855): Zit. nach MÜLLER 1964.
- DIJKSTRA, B. K. S., 1941: Die Skelettreste aus dem Kreis- hof von Sleen. *Mannus* 30 : 543–561.
- DIJKSTRA, B. K. S., 1941: Die Skelettreste aus dem Kreis- grabenfriedhof von Vledder. *Mannus* 33 : 364–373.
- DOKLÁDAL, M., 1962: Über die Möglichkeiten der Identifikation von Knochen aus Leichenbränden. *Mitt. der Sektion Anthrop.* 6 : 15, Berlin.
- DOKLÁDAL, M., 1963: Ein Beitrag zur Identifikation der Leichenbrände. *Anthropos* 15 : 29–38.
- DOKLÁDAL, M., 1966: Příspěvek k morfologii kremovaných kostí. *Zprav. Čs. anthrop. spol.* 19, 1 : 19.
- DOKLÁDAL, M., 1966: Einige methodologische Bemerkungen zur anthropologischen Beurteilung des osteologischen Materials aus Leichenbränden. *Kongressband des Internat. Archäolog. Kongresses in Prag (Im Druck).*
- DOKLÁDAL, M., 1967: Ein Beitrag zur Morphologie verbrannter Menschenknochen. *Anthropos* 19 : 80–82.
- DOKLÁDAL, M., 1970: A further contribution to the morphology of burned human bones. A comparison of burned and non — burned bones of the same individuals. *Proceed. of the Xth Congress of Czechoslovak Anthropologists in Humpolec 1969. Edit. Academia, Praha (In print).*
- DZIERZYKRAY—ROGALSKI, T., 1957: Badania szczątków kostnych z grobów ciepłanych. *Z otchłani wieków* 23 : 267–268.
- FETTER, V., 1963: Anthropologická analýza spálených lidských pozůstatků. *Kriminalist. sborník* 7 : 228–234.
- FIALA, B., 1968: Identifikace osob podle chrupu. *Praha.*

GEBHARDT, H., 1923: Verbrennungserscheinungen an Zähnen und Zahnersatz und ihre gerichtsärztliche Bedeutung für die Identifizierung verbrannter Leichen. *Deutsche Zeitschrift f. gerichtl. Medizin* 2 : 191–209.

GEJVALL, N. G., 1947: Bestämning av brända benen från forntida gravan. *Fornvännen* 42 : 39–47.

GEJVALL, N. G., 1948: Bestämning av brända benen från gravarna i Horn. *Kugl. Vitterhete hist. Antiquit. Handl. D 60* (2) : 153–180.

van GIFFEN (1927): Zit. nach MÜLLER, 1964.

GRIMM, H., STRAUCH, R., 1959: Schliffuntersuchungen an Knochen zum Nachweis einer Feuerbehandlung bei der Bestattung. *Ausgrabungen u. Funde* 4 : 262–264.

GUENTHER, H., SCHMIDT, G., 1953: Die Zerstörung des menschlichen Gebisses im Verlauf der Einwirkung hoher Temperaturen. *Deutsche Zeitschrift f. gerichtl. Medizin* 42 : 180–188.

CHOCHOL, J.: Anthropologický rozbor lidských pozůstatků ze žárových hrobů. *Referáty o prac. výsledcích čs. archeologů za rok 1955*, pp. 16–25.

CHOCHOL, J., 1958: Dosavadní výsledky anthropologického rozboru lužických žárových pohřbů z českých zemí. *Památky archeol.* 49 : 559–582.

CHOCHOL, J., 1961: Anthropologický rozbor lidských žárových pozůstatků z lužických pohřebišť... In: E. PLESL: Lužická kultura v severozápadních Čechách. *Monumenta Archaeologica VIII*, pp. 195–232.

de JONG, 1926: La substance minérale dans les os. *Recueil des Travaux chimiques de Pays-Bas* 45, Nr. 6. Zit. nach MÜLLER (1964).

KLEMENT, R., 1937: Neue Untersuchungen über die anorganischen Knochen- und Zahnschmelze und ihre Synthese. *Klin. Wochenschrift*, Nr. 17. Zit. nach MÜLLER (1964).

LEPKOWSKI, V. v., WACHHOLTZ, L., 1903: Über Veränderung natürlicher und künstlicher Gebisse durch extreme Temperatur und Fäulnis. *Ärztliche Sachverständigen-Zeitung*, pp. 119–121.

MEDUNA, J., SIMEK, J., 1960: Změny na zubech při vysokých teplotách. (Experimentální studie.) (*Čs. stomatologie* 60 : 8–17.

MÜLLER, Ch., 1964: Methodisch-kritische Betrachtungen zur anthropologischen Untersuchung von Leichenbränden. *Praehist. Zeitschrift* 42 : 1–29.

MUELLER, M., 1920: Le problème médico-légale de l'os humaine non adulte. *Thèse*. Pp. 1–93. Lille.

MUELLER, M., GIDOUX, A., 1945: L'ostéologie medico-légale du foetus humain calciné. *Archives de l'Institut de Médecine Légale et Sociale*, Lille. No 1, pp. 93–109.

NOFFZ, K. H., 1931: Die Zerstörung der Zähne... *Korresp. Bl. Zahnärzte* 55 : 371–379. Zit. nach FIALA (1968).

PÉRINET, G.: Détermination par diffraction X de la température de cuisson d'un ossement calciné. *C. R. Acad. Sc. Paris* 258 : 4115–4116 (20. avril 1964).

POLSON, C. J., BRITTAIN, R. P., MARSHALL, T. K., 1962: *The Disposal of the Dead*. London.

SCHAEFER, U., 1961: Grenzen und Möglichkeiten der anthropologischen Untersuchungen von vorgeschichtlichen Leichenbränden. *Bericht über den V. internat. Kongress f. Vor- u. Frühgeschichte in Hamburg*. Pp. 717–724, Berlin.

STLOUKAL, M., 1958: Poznámky k anthropologickému rozboru žárových pohřbů. *Přehled výzkumů Archeolog. ústavu ČsAV v Brně za rok 1957*, str. 87–91, Brno.

STLOUKAL, M., 1968: Problematika anthropologického rozboru žárových pohřbů. (Výzkum pohřebišť v Moravičanech) *Archeolog. rozhledy* 20 : 330–347.

STRAUCH, R., 1959: Schliffuntersuchungen an vorgeschichtlichem Knochenmaterial. *Med. Diss. Humboldt-Universität*. Berlin. Zit. nach GRIMM & STRAUCH (1959).

VLČEK, E., 1956: Příspěvek k anthropologickému hodnocení žárových hrobů. *Archeolog. rozhledy* 8 : 724–727.

VLČEK, E., 1963: K otázkám určování plemenného typu v žárových pohřbech. *Anthropos* 15 : 275–278.

Doz. Dr. Med. Milan D o k l á d a l,
Anatomisches Institut der Medizin. Fakultät
der Purkyně-Universität
BRNO, Komenského nám. 2.