

## Neuere Ergebnisse zur Beurteilung menschlicher Brandknochen

Bernd HERRMANN  
Institut für Anthropologie  
der Freien Universität Berlin

Eingegangen am 10. Juli 1975

### Some New Aspects in the Study of Human Cremations

*Summary:* Thermafly induced reactions of bone mineral are outlined. The shrinkage of cremated bones is due to sintering of bone mineral. In an electron microscopic study changes of bone structure caused by thermal treatment and sintered mineral units are described. The problems of estimating the shrinkage factor and the use of cremation weight for identification are discussed. There is a significant difference between mean weights of cremations of senile males and females. The absolute difference indicates, that cremation weight is not a useful criterion for identification. Even in cremated bones, cuts and saw marks can be detected.

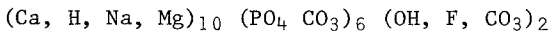
*Zusammenfassung:* Die thermischen Umwandlungsreaktionen des Knochenminerals beim Verbrennen werden modellhaft skizziert. Als besonders wesentlich wird die Sinterung des Knochenminerals bei höheren Temperaturen hervorgehoben, da sie als Ursache der Wärmeschrumpfung von Knochen anzusehen ist. Die Veränderungen des Knochengefüges unter Einfluß von Wärme werden mit Hilfe raster-elektronenmikroskopischer Aufnahmen beschrieben. Auf die Schwierigkeit, exakte Schrumpfungsbeträge anzugeben, wird hingewiesen. Ferner wird zur Frage des diagnostischen Wertes des Brandgewichtes Stellung genommen. Nach eigenen Untersuchungen unterscheiden sich Brandgewichte von Individuen der senilen Altersstufe signifikant. Der absolute Differenzbetrag erscheint jedoch für diagnostische Zwecke zu gering. Ferner wird auf die Nachweismöglichkeit von Verletzungsspuren (Schnitt- und Sägespuren) an Brandresten hingewiesen.

*Key words:* Brandknochenuntersuchung - Brandgewicht - Identifizierung, Brandgewicht

Die Identifikation menschlicher Brandreste (Leichenbrand) kann wohl als schwierigste Form der Identifikation von Skelettresten angesehen werden. In weit größerem Umfange als Rechtsmediziner haben sich Anthropologen des Themas angenommen, da sie vor allem bei der Behandlung der außerordentlich zahlreichen prähistorischen Leichenbrandbestattungen mit diesem Problem konfrontiert werden. Im folgenden wird ein kurzer Überblick über auch gerichtsmedizinisch relevante, neuere Ergebnisse der Leichenbranduntersuchungen gegeben, sowie die von MALINOWSKI & PORAWSKI (1969) vorgeschlagenen Verwendung des Leichenbrandgewichtes zu Identifikationszwecken diskutiert.

## 1. THERMISCHE UMWANDLUNGSREAKTIONEN DES KNOCHENMINERALS

Von grundlegender Bedeutung für die Beurteilung von Leichenbrandresten sind die im Knochen ablaufenden Reaktionen und Veränderungen. Das Knochenmineral ist ein mit amorphen Phasen durchsetztes carbonathaltiges apatitisches Kalziumphosphat von unregelmäßigem Gitterbau. Für die kristalline Phase läßt sich eine einheitliche Formel nicht angeben, da im Mineral zwei verschiedene Kristallgittertypen vorkommen, innerhalb derer nichtstöchiometrische Substitutionen nach dem Prinzip:



und  $(\text{Ca}, \text{Na})_8 \text{H}_2 (\text{PO}_4 \text{CO}_3)_6 \times 5 \text{H}_2\text{O}$

möglich sind (DULCE, 1970). Das Knochenmineral liegt als Defektapatit zwischen Grenzstrukturen mit molarem Ca/P 1,3 und 1,67 vor. Zusätzlich kommt es zu Adsorptionsvorgängen, vor allem mit Kalzium, sodaß der molare Ca/P unter physiologischen Bedingungen zwischen 1,67 und 1,8 liegt.

Bislang kann man die im Knochenmineral ablaufenden thermischen Veränderungen nur modellhaft skizzieren. Bei einer Erwärmung des Knochens bis 700°C (kritische Temperatur) kommt es zunächst zum Verlust des Kristallwassers und Rekristallisation. Bereits oberhalb 600°C setzt der CO<sub>2</sub>-Verlust ein. In einer Umwandlungsreaktion tritt "Pyrorophosphat" (molarer Ca/P < 1,5) auf, das sich ab etwa 800°C mit "Hydroxylapatit" (molarer Ca/P > 1,5) zu Whitlockit (molarer Ca/P ~ 1,5) verbindet. Whitlockit (β-Tricalciumphosphat) ist ein charakteristischer Bestandteil im Mineral verbrannter Knochen, der mit Hilfe röntgenstrukturanalytischer Methoden einfach nachzuweisen ist (z.B. POSNER, 1969; ENGSTRÖM, 1972). Aus dem Auftreten von Whitlockit allein darf jedoch nicht ausnahmslos auf einen erfolgten thermischen Einfluß auf den Knochen geschlossen werden, da im unverbrannten Knochen bei Normaltemperaturen unter geeigneten Bedingungen, die Anwesenheit von Magnesium, ebenfalls β-Tricalciumphosphat entstehen kann (HAYEK & NEWSELY, 1958).

## 2. THERMISCHE VERÄNDERUNGEN DER KNOCHENSTRUKTUR

Die Änderungen zur Zusammensetzung der Mineralphase haben Änderungen der Knochenstruktur wie ihrer physikalischen Eigenschaft zur Folge. AMPRINO (1958) und ROSATE (1963) fanden mit zunehmender Expositionstemperatur einen deutlichen Abfall der mechanischen Festigkeit des Knochens. Die Untersuchungen, die sich auf Mikrostrukturen bezogen, erbrachten das Festigkeitsminimum bei Expositionstemperaturen von 400°C, danach stieg die Festigkeit wieder an und erreichte

bei 800°C den mehr als doppelt so hohen Betrag des Ausgangswertes. Eigene Versuche erbrachten im Prinzip gleiche Resultate bei in Richtung auf höhere Temperaturen verschobenem Festigkeitsminimum. Entscheidend ist, daß bei Wärme- einwirkung der Knochen an mechanischer Festigkeit bis zu einem Minimalwert verliert, und danach die Festigkeit wieder ansteigt. Diese Festigkeitszunahme beruht auf einem Sintervorgang, dem das Knochenmineral unter Einfluß von Temperaturen oberhalb 700 - 800°C unterliegt (HERRMANN, 1972a). Oberhalb dieses kritischen Temperaturbereiches kommt es zur Fusion der Knochenmineralkristalle (Abb. 3). Der lamelläre Aufbau des Knochens weicht hier einem homogenen Gefüge (Abb. 1, 2). Die Verschmelzung der Mineralkristalle bedingt einen Volumenverlust, und es kommt zur charakteristischen Schrumpfung des wärmeexponierten Knochens.

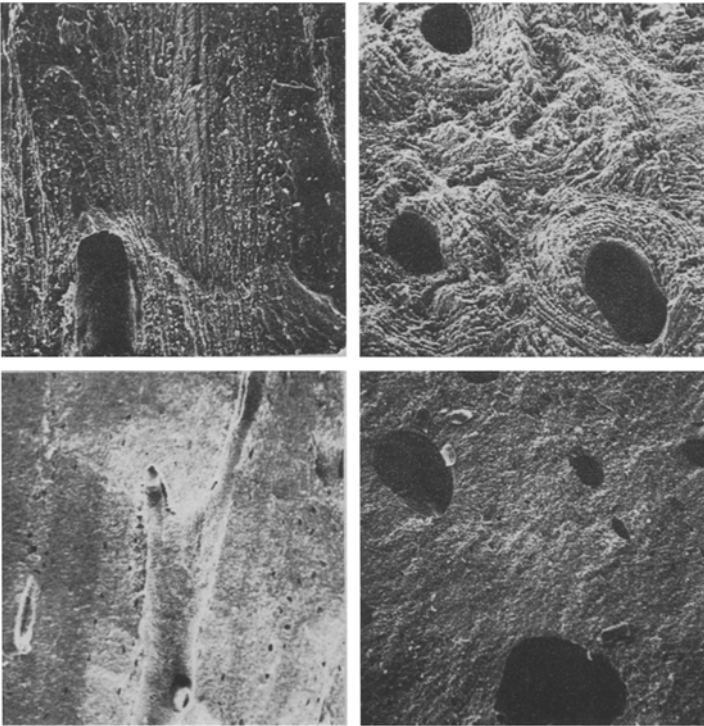


Abb. 1. Raster-EM-Bilder einer unverbrannten erwachsenen Femurkompakta  
a: Längsbruch, 110 x, b: Querbruch, 120 x. In beiden Aufnahmen ist der Lamellenaufbau der Osteone deutlich sichtbar

Abb. 2. Raster-EM-Bilder einer verbrannten erwachsenen Femurkompakta; Glühzeit 90 min bei 850°C. a: Längsbruch, 110 x, b: Querbruch, 120 x. Die Lamellenstruktur ist einem homogenen Aufbau gewichen

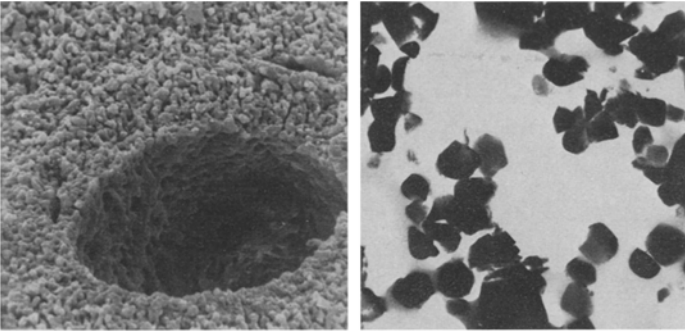


Abb. 3. Umlagerung des Knochenminerals in größere Einheiten durch Wärmeeinwirkung; unregelmäßig polyedrische Mineralkristalle als Endprodukt des Sinterprozesses. a: Raster-EM-Aufnahme einer Femurkompakta nach 90 min Glühen bei 1000°C; Bildvergr.: 1150 x. b: Transmissions-EM-Aufnahme; "Schnitt" durch Femurkompakta wie Abb. 3a; Bildvergr.: 14000 x. Ein zusammenhängender Schnitt ließ sich nicht herstellen

Die Übergangsphase zwischen dem lamellären Aufbau und dem homogenen Gefüge ist gekennzeichnet durch eine sehr geringe mechanische Festigkeit ("kreidiger Zustand").

Die thermischen Veränderungen der Knochenstruktur verursachen in der Praxis besondere Schwierigkeiten, sofern eine histologische Beurteilung des verbrannten Knochens notwendig wird. Verbrannter Knochen ist polarisationsoptisch inaktiv (anders BERG & SPECHT, 1958, p. 222). Im Schlifffbild, Schnitte sind nicht durchführbar, erscheint calcinierter Knochen als homogene Fläche, die nur von den Havers'schen Kanälen und Osteocytenspalten unterbrochen wird. Die von WADA (1909) eingeführte Färbetechnik liefert oft keine brauchbaren Resultate. Hilfe bringt der Einsatz der Mikroradiographie, die eine histologische Beurteilung der Osteone auch beim verbrannten Knochen erlaubt (HERRMANN, 1973). Bei der Auswertung ist jedoch unbedingt die Schrumpfung zu berücksichtigen.

Der Mineralgehalt des Knochens ist keine konstante Größe. Er ist abhängig von der Struktur des Knochengewebes, vom Skeletort und dem physiologischen Status des Individuums. Da die Schrumpfung auf der Sinterung des Knochenminerals beruht, ist sie eine vom Mineralgehalt des Knochens selbst abhängige Größe. Entsprechend ist die Schrumpfung nicht proportional, sondern z.B. bei Langknochen in Epiphysennähe größer als im Bereich der Diaphysenmitte (HERRMANN, 1972a). Insofern ist die Angabe definierter Schrumpfungskoeffizienten nicht

möglich. Allgemein darf man davon ausgehen, daß die Schrumpfung in Größenordnungen von 6 - 13 % des Ausgangswertes liegt (STRZALKO *et al.*, 1974), sie kann jedoch bei bestimmten Skeletelementen bis zu 25% betragen (IREGREN & JONSSON, 1973). In der Praxis mag für einen vollständig verbrannten Knochen von durchschnittlich 10% Schrumpfung in allen drei Ebenen ausgegangen werden (HERRMANN, 1972a).

Für die Berechnung der Körperhöhe ist jedoch von der Verwendung derartig allgemeiner Schrumpfungsfaktoren, die z.B. SEIN (1939) zu ermitteln suchte, abzuraten. Es stehen einige Methoden zur Verfügung, mit deren Hilfe aus den Abschnittsmassen langer Röhrenknochen die Körperhöhe für verbrannte Individuen berechnet werden kann. Als die gegenwärtig wohl zuverlässigste Methode kann die von MALINOWSKI & PORAWSKI (1969) genannt werden. Bei der Anwendung derartiger Methoden ist in jedem Fall der spezifische Verbrennungsgrad zu berücksichtigen. Bei Expositionstemperaturen, die unter der kritischen Temperatur liegen, schrumpft der Knochen nur innerhalb enger Grenzen (1 - 3 % des Ausgangswertes; van VARK, 1970; HERRMANN, 1972a). Unvollkommen verbrannte Knochen weisen eine intensive braune, schwarze, grau-blaue Farbe auf, im Gegensatz zum vollkommen verbrannten weißen Knochen (Bruchflächenvergleich!)

### 3. ZUM DIAGNOSTISCHEN WERT DES BRANDGEWICHTES

MALINOWSKI & PORAWSKI (1969) fanden an einer Serie moderner Krematoriumsbrände (Individuenzahl: ?; Alter: "mehrheitlich 45 bis 65 Jahre") folgende durchschnittliche Brandgewichte:

Männer: 2003,7 Gramm

Frauen: 1539,4 Gramm

Bedingt durch geringere Körperhöhe und geringeres Gewicht ist für Frauen ohnehin ein kleineres Brandgewicht zu erwarten. Mit etwa 500 Gramm scheint der Unterschied gegenüber den Männern allerdings beträchtlich. Entsprechend regen die Autoren die Beachtung dieser Differenz "als eines der diagnostischen Elemente für die Geschlechtsbestimmung" an. Zur Ermittlung von Vergleichswerten habe ich im Städtischen Krematorium Berlin-Wedding das Gewicht von 393 Krematoriumsbränden bestimmt. Naturgemäß waren Individuen niedriger Sterbealter selten, sodaß mit dieser Stichprobe keine Aussagen über den Zusammenhang zwischen Brandgewicht und Sterbealter möglich sind, wie er von MALINOWSKI & PORAWSKI (1969) für den Schädel ermittelt wurde. Das Ergebnis meiner Wägung gibt die Tabelle wieder:

Tabelle: Mittleres Brandgewicht moderner Krematoriumsbrände (Berlin)

	♀♀	oo
Anzahl n:	226	167
Alter (a), mittleres:	76,2 ± 10,2	72,8 ± 13,3
Variationsbreite:	45 - 100	52 - 96
Gewicht (g), mittleres:	1711,3 ± 335,9	1841,6 ± 328
Variationsbreite:	970 - 2620	970 - 2630

Das mittlere Brandgewicht von Frauen und Männern unterscheidet sich signifikant ( $t = 3.8555$ .)

Gegenüber den von MALINOWSKI & PORAWSKI (M & P) ermittelten Gewichten ergeben sich erhebliche Abweichungen. Die unterschiedlichen Mittelwerte des jeweiligen Geschlechtes mögen biologische Gründe haben, wobei an eine abweichende Stichprobenzusammensetzung aus einer anderen Grundgesamtheit gedacht werden kann. Daneben mögen methodische Abweichungen durch andere Verbrennungsbedingungen bestehen. Nicht erklärt ist damit jedoch die enorme Diskrepanz der Mittelwerte zwischen den Geschlechtern beider Serien. Bei M & P beträgt die Differenz nahezu 500 Gramm, bei der von mir untersuchten Serie nur 130 Gramm. Daneben fällt auch das höhere Durchschnittsgewicht meiner - alten! - Frauen gegenüber den 45- bis 65jährigen bei M & P auf. Da der Mineralgehalt etwa vom 30. Lebensjahr an kontinuierlich um 20 bis 40 % abnimmt, würde man, wie im Falle der Männer, ein kleineres Durchschnittsgewicht im hohen Alter erwarten. Die Vermutung, bei der altersmäßigen Zusammensetzung der Serie von M & P könnte gerade die sogenannte "postklimakterielle Osteoporose" der Frau das Durchschnittsgewicht nachhaltig beeinflussen haben, ist nach den Ergebnissen der neueren radiologischen Literatur mehr als zweifelhaft, da ein plötzlicher globaler Abfall des Knochenmineralgehaltes während und unmittelbar nach der Menopause nicht festgestellt wurde (HEUCK, 1970). Im großen und ganzen läuft die Abnahme des Knochenmineralgehaltes ab etwa dem 50. Lebensjahr bei Frauen und Männern parallel, wobei Frauen leicht niedrigere Werte aufweisen (HEUCK, 1970). Es besteht also vom mittleren Reifealter an ein mehr oder weniger konstantes Verhältnis zwischen den durchschnittlichen Mineralgehalten bei Frauen und Männern. Die Erklärungsmöglichkeit, nach der der Unterschied zwischen den Geschlechtsmittelwerten im Mineralgehalt während der maturaen Altersstufe größer wäre (Serie MALINOWSKI & PORAWSKI) als während der senilen Altersstufe (Serie HERRMANN), entfällt damit weitestgehend. Ich neige deshalb dazu, den großen Geschlechtsunterschied in der Serie M & P eher auf ihr Stichprobenmaterial als auf einen, mit in dieser Höhe zweifelhaft erscheinenden physiologischen Unterschied zurückzuführen. Obwohl sich auch nach meinen Beobachtungen die Mittel-

werte der Leichenbrandgewichte beider Geschlechter signifikant unterscheiden, ist die absolute Differenz in meiner Serie von rund 130 Gramm doch zu gering, um daraus einen Schluß mit rechtserheblicher Sicherheit ziehen zu können. In die gleiche Richtung scheinen mir die Variationsbreite der Leichenbrandgewichte zu weisen. Beide Geschlechter weisen praktisch identische Variationsbreiten zwischen einem Minimalgewicht von 970 Gramm und einem Maximalgewicht von 2.620 bzw. 2.630 Gramm auf. Da in beiden Serien auch die Altersmittelwerte nur gering voneinander abweichen, also bei nahezu gleicher Variationsbreite der Gewichte und bei nahezu gleichem Durchschnittsalter der signifikante Unterschied zwischen den Gewichtsmittelwerten absolut gesehen nur 130 Gramm beträgt, ist das Leichenbrandgewicht kein diagnostisches Merkmal, das zu Identifizierungszwecken geeignet erscheint.

#### 4. NACHWEIS VON VERLETZUNGSSPUREN

Die gerichtsmedizinische Begutachtung von Knochenverletzungen an verbrannten Knochen ist außerordentlich problematisch. Die früher geäußerte Vermutung, daß innerhalb eines Leichenbrandes zwischen unmittelbar vor oder nach dem Tode gesetzten mechanischen Frakturen einerseits und wärmeinduzierten Frakturen andererseits unterschieden werden könne (JASTROWITZ, 1880), ist angezweifelt worden (MERKEL, 1932). Entsprechend zurückhaltend wurde von GORDON & DRENNAN (1948) die Fraktur eines verbrannten Schädels beurteilt: ".the view was taken that the fracture was probably produced before the fire started."

Für die Gutachterpraxis mag ein Hinweis wesentlich sein, daß Hitzerrisse der Calotte des öfteren zur Entstehung umschriebener elliptischer bis annähernd kreisförmiger Frakturmuster führen, die mitunter an Globusbrüche bei Einwirkung stumpfer Gewalt auf die Calotte erinnern. Es fehlen in diesen Fällen aber die meridionalradiären Bruchlinien, wie sie für einen Globusbruch typisch sind. Als relativ günstig dürfen Aussichten beurteilt werden, Verletzungen des Skeletsystems, die nicht von größeren Frakturfeldern begleitet sind (wie z.B. Durchschuß), auch am verbrannten Skelet diagnostizieren zu können. Auch hier ist jedoch die Gefahr einer Fehlinterpretation wärmeinduzierter Artefakte gegeben, worauf bereits E. v. HOFMANN (1875, 1876) unter dem Eindruck seiner Verbrennungsstudien und später MERKEL (1932) hingewiesen haben.

Aus der Art der Hitzerrissmuster kann mit einiger Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, ob die Knochen zum Zeitpunkt der Verbrennung mit Weichteilen bedeckt waren oder nicht. Bei einem mit Weichteilen bedeckten Körper treten typische elliptische Hitzerrisse an den Langknochen auf, die bisher in keinem

Fall an experimentellen oder tatsächlichen Skeletverbrennungen beobachtet werden konnten.

Die Nachweismöglichkeit von Spuren scharfer Gewalt, ist auch am verbrannten Knochen günstig. HERRMANN (1972a) konnte an einem verbrannten Skelet mehrere, vor der Verbrennung gesetzte Schnittspuren nachweisen. Eine gute Nachweissaussicht besteht auch für Sägespuren (Abb. 4), für deren Darstellung man, wie von BONTE & MEYER (1973) angeregt, zweckmäßig das Raster-Elektronenmikroskop einsetzt.

Sofern am verbrannten Knochen noch größere, systematisch verteilte Rußspuren erhalten sind, kann aus ihnen die Lage des Leichnams zur Wärmequelle ermittelt werden. Unter Beachtung strömungstechnischer Aspekte muß sich die Wärmequelle auf der den Rußspuren entgegengesetzten Körperseite befunden haben (HERRMANN, 1972b).



Abb. 4. Raster-EM-Aufnahme von Sägespuren am Querschnitt des verbrannten Knochens; Bildvergr.: 220 x. Der Schnitt wurde mit einer elektrischen Kreissäge (Sägeblatt 125 x 0,5 x 2,2) geführt. Wegen der Wärmeschrumpfung ist eine unmittelbare Identifikation des Werkzeuges nicht möglich. Durch Pseudomorphose sind die Osteonenlamellen z. T. an der Oberfläche erhalten.



*Danksagung*

Der Leiter des Städtischen Krematoriums Berlin-Wedding, Herr STIEBER, hat durch sein freundliches Entgegenkommen die Wägung der Krematoriumsbrände ermöglicht. Den Mitarbeitern des Labors für Elektronenstrahl- und Ultrastrukturforschung des Pathologischen Instituts im Klinikum Westend der Freien Universität Berlin danke ich für die Herstellung der Elektronenmikroskop-Aufnahmen.

## LITERATUR

- AMPRINO, R.: Investigations on some physical properties of bone tissue. *Acta Anat.* 34, 161-186 (1958)
- BERG, S., SPECHT, W.: Untersuchungen zur Bestimmung der Liegezeit von Skeletteilen. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* 47, 209-241 (1958)
- BONTE, W., MAYER, R.: Analyse von Sägespuren bei krimineller Leichenzerstückelung. *Z. Rechtsmedizin* 72, 180-193 (1973)
- DULCE, H.J.: Biochemie des Knochens. *In: Diethelm, Handbuch der Medizinischen Radiologie, Band 4/1 S. 12-105 Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1970*
- ENGSTRÖM, A.: Aspects of the molecular structure of bone. *In: G.H. Bourne, The Biochemistry and Physiology of Bone, Vol. 1, 2nd Ed. p. 237-257, New York and London: Academic Press 1972*
- GORDON, I., DRENNAN, M.: Medico-legal aspects of the Wolkersdorfer case. *S.A. Medical J.* 22, 543-549 (1948)
- HAYEK, E., NEWESELY, H.: Über die Existenz von Tricalciumphosphat in wässrigen Lösungen. *Monatsh. Chem.* 89, 88-95 (1958)
- HERRMANN, B.: Das Combe Capelle - Skelet. Eine Untersuchung der Brandreste unter Berücksichtigung thermoinduzierter Veränderungen am Knochen. *Ausgrabungen in Berlin* 3, 7-69 (1972a)
- HERRMANN, B.: Zur Lage des Leichnams auf dem Scheiterhaufen. *Z. Morph. Antrop.* 64, 80-89 (1972b)
- HERRMANN, B.: Möglichkeiten histologischer Untersuchungen bei Leichenbränden. *Mitt. Berl. Ges. Anthrop. Ethnol. Urgesch.* 2, 164-167 (1973)
- HEUCK, F.: Die radiologische Erfassung des Mineralgehaltes des Knochens. *In: L. Diethelm, Handbuch der Medizinischen Radiologie Band 4/1 S. 106-295 Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1970*
- HOFMANN, E. v.: Beobachtungen an verbrannten Leichenteilen. *Wien. med. Wschr.* 25, (19), 393-396, (20), 420-424 (1875)
- HOFMANN, E. v.: Weitere Beobachtungen an verkohlten Leichen. *Wien. med. Wschr.* 26, 145-147, 173-176 (1976)
- IREGREN, E., JONSSON, R.: Hur ben krymper vid kremering. *Fornvännen* 68, 97-100 (1973)
- JASTROWITZ, M.: Über den Tod durch Verbrennung vom gerichtsarztlichen Standpunkt aus. *Vjschr. gerichtl. Med.* 32, 1-35 (1880)
- MALINOWSKI, A., PORAWSKI, R.: Identifikationsmöglichkeiten menschlicher Brandknochen mit besonderer Berücksichtigung ihres Gewichtes. *ZACCHIA* 5, Fasc. 3, 392-410 (1969)
- MERKEL, H.: Diagnostische Feststellungsmöglichkeiten bei verbrannten und verkohlten Leichen. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* 18, 232-249 (1932)
- POSNER, A.S.: Crystal chemistry of bone mineral. *Physiol. Rev.* 49, 760-792 (1969)
- ROSATE, A.: Variazioni della microdurezza nell'osso primario di bovini di varia età. *Arch. Putti Chir. Organi Mov.* 18, 391-417 (1963)
- SEIN, A.: Pruebas legales póstumas después de la cremación. *Sem. Méd.* 46, I, 1075-1084 (1939)

- STRZALKO, J., PIONTEK, J., MALINOWSKI, A.: Possibilities of burned human bones identifications in the light of experimental investigations (polnisch).  
*In: Methods Results and Consequences of Investigations of Bones from Cremations Burials'*. Uniwersitet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu Wydział Biologii i Nauk o Ziemi. Seria Antropologia Nr. 2, 31-42 (1974)
- VARK, G.N. van: Some statistical procedures for the investigation of pre-historic human skeletal material. Diss. Groningen, 2nd Ed. 1970
- WADA, T.: Über die Unterscheidung der Menschen und Tierknochen. Vjschr. gerichtl. Med. öff. Sanitätswes. 37, 3. F., 265-278 (1909)

PD Dr. Bernd Herrmann  
Institut für Anthropologie  
der Freien Universität Berlin  
Fabeckstraße 15  
D-1000 Berlin 33