

Diffuse idiopathische skelettale Hyperostose bei einem Bären (*Ursus* sp.) aus dem Unterpleistozän von Untermaßfeld bei Meiningen (Südthüringen, Deutschland)

von Ralf-Dietrich Kablke, Weimar, und Uwe Kierdorf, Gießen

*Herrn Professor Dr. Gerhard Bosinski
zum 60. Geburtstag*

Zusammenfassung: Beschrieben werden die makroskopisch und röntgenologisch erkennbaren pathologischen Veränderungen an Skelettelementen eines adulten Bären (*Ursus* sp.) aus der pleistozänen Fossilfundstelle Untermaßfeld. Die leeseitig eines Hangschuttfächers fluviatil angereicherte Konzentratlagerstätte ist nach litho-, magneto- und biostratigraphischen Daten der Zeitspanne des unterpleistozänen Jaramillo-Events zuzuweisen. Das absolute Alter der Funde liegt bei ca. 1,0 Mio. a B.P.

Auffälligster Befund ist die an dem unvollständig erhaltenen Wirbelsäulenabschnitt (10. Thoracal- bis 6. Lumbalwirbel) des Bären ausgebildete massive, eine Synostose aller Wirbel und eine unregelmäßig verdickte Struktur der Wirbelsäule verursachende paravertebrale Hyperostose. Diese beschränkt sich im wesentlichen auf den ventralen (unter weitgehender Einbeziehung des ventralen Längsbandes) und lateralen Anteil der Wirbelsäule, während die Dorsalbereiche nicht bzw. kaum betroffen sind. Weitere diagnostisch wichtige Merkmale sind das Fehlen von pathologischen Verschmälerungen oder knöchernen Überbrückungen der Zwischenwirbelräume sowie von Spuren entzündlicher Prozesse bzw. von knöchernen Ankylosen im Bereich der Wirbelbogengelenke. Ferner wurde an beiden T4 das Auftreten paraartikulärer Ossifikationen festgestellt. Die Befunde erlauben den Schluß, daß der Untermaßfelder Bär an diffuser idiopathischer skelettaler Hyperostose (DISH), einer nicht entzündlichen, chronisch fortschreitenden Skeletterkrankung litt, deren Ursache gegenwärtig noch unbekannt ist.

Wie der Vergleich mit rezenten, ebenfalls an DISH leidenden Grizzlybären zeigt, sind die Manifestationen der Erkrankung bei Ursiden über einen Zeitraum von etwa 1 Mio. Jahren im wesentlichen unverändert geblieben. Auf der Basis von Überlegungen zur ernährungsökologischen Stellung des Untermaßfelder Bären (Top-Prädator mit breitem omnivoren Nahrungsspektrum) sowie aufgrund der dokumentierten taphonomischen Situation wird vermutet, daß die beschriebenen pathologischen Wirbelsäulenveränderungen nicht als unmittelbare Todesursache des Tieres anzusehen sind.

Summary: The paper describes macroscopically and radiologically recognisable changes in skeletal remains of an adult bear (*Ursus* sp.) from the Lower Pleistocene site of Untermaßfeld where vertebrate remains concentrated at the lee-side of a clastic mudflow fan are dated by litho-, magneto- and biostratigraphic data to the Lower Pleistocene Jaramillo-Event. The absolute age of the finds is approximately 1.0 my BP.

The most prominent pathological feature is a massive paravertebral bridging ossification of the incompletely preserved portion of the vertebral column (10. thoracic to 6. lumbar vertebra) leading to a synostosis of the vertebrae and an irregular thickening of the spine. The hyperostosis is confined to the ventral and lateral portions of the spine (including much of the ventral longitudinal ligament) and the dorsal region remains almost unaffected. Further diagnostic characters are the absence of bony bridging of the intervertebral disc spaces, the relative preservation of intervertebral disc height, and the absence of apophyseal joint bony ankylosis or inflammation. In addition, paraarticular ossification was noted in both cuboids. Based on these findings we conclude that the bear from Untermaßfeld had suffered from diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH), a chronically progressing, non-inflammatory skeletal disorder of as yet unknown cause.

Comparison of the Untermaßfeld specimen with extant grizzly bears also exhibiting DISH revealed that the manifestations of this disease had, in principle, remained unchanged for a period of 1 million years. Based on assumptions as to the nutritional ecology of the Untermaßfeld bear (top-predator with a broad spectrum of omnivorous diet) and from the documented taphonomic situation we believe it is improbable that the described pathological alterations to the spine directly led to the death of the animal.

1. Einleitung

Die Paläopathologie ist ein interdisziplinärer Forschungszweig, der sich mit dem Auftreten, der Verbreitung und den Manifestationen von Krankheiten bei Menschen und Tieren der geologischen Vergangenheit sowie dem Einfluß dieser Erkrankungen auf die betroffenen Individuen bzw. Populationen beschäftigt. Auf diese Weise kann die Paläopathologie wesentlich zur Rekonstruktion der Lebens- und Umweltbedingungen dieser Organismen beitragen (Baker u. Brothwell 1980, Iscan u. Kennedy 1989, Rothschild u. Martin 1993).

Von wenigen Ausnahmen (z. B. Moorleichen, Kälte- und Trockenmumien, Inklusen etc.) abgesehen, stehen für die paläopathologische Bearbeitung ausschließlich fossil überlieferte Hartstrukturen der jeweiligen Organismen zur Verfügung. Bei Vertebraten basiert die Diagnose von Erkrankungen im Normalfall auf der Untersuchung fossiler Knochen und Zähne. Die daraus resultierende spezielle Problematik der korrekten Identifizierung bestimmter Krankheiten wird in der paläopathologischen Literatur intensiv diskutiert (vgl. z. B. Rothschild u. Martin 1993, Miller et al. 1996). Notwendige Vorbedingung für eine korrekte Diagnose ist, daß sie auf dem jeweils aktuellen human- bzw. tierpathologischen Kenntnisstand basiert. Weiterhin muß vorausgesetzt werden, daß die skelettalen Manifestationen der zu diagnostizierenden Krankheiten im wesentlichen gleich geblieben sind, so daß die heute gültigen Kriterien zu ihrer Identifizierung mit Erfolg bei Fossilmaterial angewandt werden können.

Im Vergleich zur Situation beim Menschen ist die paläopathologische Bearbeitung von Tierfunden noch relativ wenig verbreitet. Dies ist bedauerlich, da entsprechende Befunde nach unserer Ansicht sehr wesentlich zur Vervollständigung des „Lebensbildes“ fossiler Organismen bzw. Tiergemeinschaften beitragen können. Ausgehend von dieser Erkenntnis, wurde mit der paläopathologischen Bearbeitung des Fundmaterials aus der unterpleistozänen Komplexfundstelle Untermaßfeld begonnen. Nachfolgend werden die pathologischen Veränderungen am Skelett eines Bären (*Ursus* sp.) beschrieben und diskutiert.

2. Stratigraphische Stellung und Begleitfauna

Im Jahre 1978 wurde am östlichen Talhang der Werra, 2 km südlich der Stadt Meiningen bei Untermaßfeld (Südthüringen), eine fluviatil angereicherte Fossilagerstätte unterpleistozänen Alters entdeckt, die seither in jährlichen Grabungskampagnen erschlossen wird (H.-D. Kahlke 1982, R.-D. Kahlke 1985, 1991, 1997a, b, R.-D. Kahlke u. Mania 1995). Bis zum Herbst 1995 konnten nach 81 Grabungsmonaten mehr als 9 300 bestimmbare Großsäugerreste geborgen und überwiegend bereits präpariert bzw. konserviert werden (Keiler 1995).

Das im Raum der Grabungsstelle über mitteltriassischen Karbonaten (Unterer Muschelkalk) anstehende Pleistozänprofil setzt bei 359 m N.N., d. h. in 69 m relativer Höhe über der Rezentau, mit ca. 7 m mächtigen sog. Jüngeren Zersatzgrobsschottern ein (Ellenberg u. R.-D. Kahlke 1997, R.-D. Kahlke in Vorb.). Nach dem Schema der Terrassenabfolge des mittleren Werratals (Ellenberg u. R.-D. Kahlke 1997, Abb. 3) wurden die Schotter eburonisch sedimentiert. Ihre tiefgründige Verwitterung erfolgte während des vorwiegend wärmegeprägten Waals. Überlagert werden die Grobsschotter von einem bis zu 2 m mächtigen Auesediment unsicherer stratigraphischer Stellung. In normaler Abfolge schließen sich als bunte Wechselfolge sandig-siltiger Hochflutsedimente sog. Untere Fluviatile Sande mit bis zu 2,8 m Mächtigkeit (Grabungsstelle) an. Als Füllung einer in die Unteren Fluviatilen Sande und z. T. in deren Liegendes eingetieften Erosionsrinne folgen mit bis zu 4,0 m Mächtigkeit sog. Obere Fluviatile Sande. Leeseitig eines aus Abtragungsmaterial des Muschelkalkhanges aufgebauten grobklastischen Hangschutt-

fächers wurden sowohl in den Hochflutsedimenten (Untere Fluviatile Sande) als auch in der Rinnenfüllung (unterer Teil der Oberen Fluviatilen Sande) beträchtliche Mengen Wirbeltierreste akkumuliert. Sie entstammen Kadavern bzw. Teilen solcher, die aus flußaufwärts gelegenen Aueflächen des Werratales ausgetragen worden waren (R.-D. Kahlke im Druck).

Basierend auf den lithostratigraphischen Eckdaten der quartären Entwicklungsgeschichte des mittleren Werratales ergibt sich für das Alter des Fundlagers von Untermaßfeld eine mögliche Zeitspanne zwischen ausgehendem Waal und frühestem Cromer-Komplex (Cromerium s.l.). Nach Wiegank (1997) sind sowohl der liegende Jüngere Zersatzgrobsschotter als auch der basale und mittlere Teil der Unteren Fluviatilen Sande primär invers magnetisiert (vgl. auch Standardprofil in R.-D. Kahlke 1995a, 731). Der obere Teil der Unteren Fluviatilen Sande sowie die fossilreiche Rinnenfüllung zeigen dagegen normale Magnetisierung.

Das bisher bekannte Faunenspektrum der Fundstelle umfaßt 95 Taxa (vorläufige Gesamtfauunenliste in R.-D. Kahlke 1997 b), darunter 41 Mammalierarten. Folgende Großsäuger wurden nachgewiesen: *Bison* n. sp. (SHER) (sehr häufig), *Capreolus* sp. (selten), *Alces carnutorum* (selten), *Cervus* s.l. *nestii vallonmetensis* (häufig), *Eucladoceros* n. sp. (H.-D. KAHLKE) (sehr häufig), *Hippopotamus amphibius antiquus* (häufig), *Sus scrofa priscus* (selten), *Stephanorhinus etruscus* (häufig), *Equus* n. sp. (MUSIL) (mäßig häufig), *Archidiskodon meridionalis* (Spätform, mäßig häufig), *Homotherium* sp. (selten), *Megantereon megantereon* (selten), *Acinonyx pardinensis* (selten), *Panthera gombaszoegensis* (mäßig häufig), „*Panthera*“ sp. (klein, selten), *Lynx issiodorensis valdarnensis* (selten), *Pachycrocuta brevirostris* (mäßig häufig), *Meles* sp. (selten), *Ursus* n. sp. (MUSIL) (mäßig häufig), *Xenocyon lycaonoides* (selten), *Canis mosbachensis* (häufig) und *Macaca* sp. (selten). Untersuchungsergebnisse zur Kleinsäugerfauna (Rodentia, Lagomorpha, Insectivora) legte Maul (1990) vor.

Eine Kombination der paläomagnetischen Daten mit den bisherigen paläontologischen Analysen der einzelnen Tiergruppen präzisiert die Entstehungszeit der Konzentratlagerstätte von Untermaßfeld. Das nachgewiesene Fauneninventar sowie die Evolutionshöhe der einzelnen Elemente schließen eine Einordnung der Taphozönose in die normal magnetisierte Brunhes-Epoche (Frühmittelpleistozän und jünger) aus, erlauben dagegen eine zwanglose Zuweisung in die Zeitspanne des ebenfalls normal magnetisierten Jaramillo-Events (Unterpleistozän). Damit dürfte das absolute Alter der Funde um 1,0 Mio. a B.P. ± einige 10 ka) anzusetzen sein (Daten zur zeitlichen Einordnung des Jaramillo bei Tiedemann et al. 1994, 625).

3. Fundsituation und Material

Im nordwestlichen Bereich der Grabungsstelle Untermaßfeld wurde am 30. Mai 1989 in Oberen Fluviatilen Sanden (Rinnenfüllung) der aus neun Wirbeln bzw. Fragmenten solcher bestehende Teilabschnitt einer Bärenwirbelsäule mit deutlichen pathologischen Veränderungen freigelegt (Übersichtsplan zur abgegrabenen Fläche bis 1995 in R.-D. Kahlke, in Vorb., Abb. 9). Das N/S orientierte Stück fand sich als Bestandteil einer zumindest über 8 m² (Q 707-708, 724-725, 741-742, 772-773) ausgedehnten losen Knochenkonzentration in Planquadrat Q 724 mit einer Tiefenlage von 0,70 m bis 0,85 m unter dem 0-Niveau der Grabungsstelle, d. h. ca. 2,80 m unter der heutigen Geländeoberfläche (Abb. 1). Am 5. Juli 1989 konnte aus dem in westlicher Richtung angrenzenden Planquadrat Q 725 0,88 m unter 0-Niveau der aus zwei Wirbeln bestehende caudale Anschluß des bereits vorliegenden Fundes geborgen werden. Nach Feststellung der individuellen Zusammengehörigkeit und erfolgter Konservierung wurde die gemeinsame Sammlungsnummer IQW 1992/23 898 (Mei. 23 427) A, B (A: craniales Teilstück, B: caudales Teilstück) vergeben.

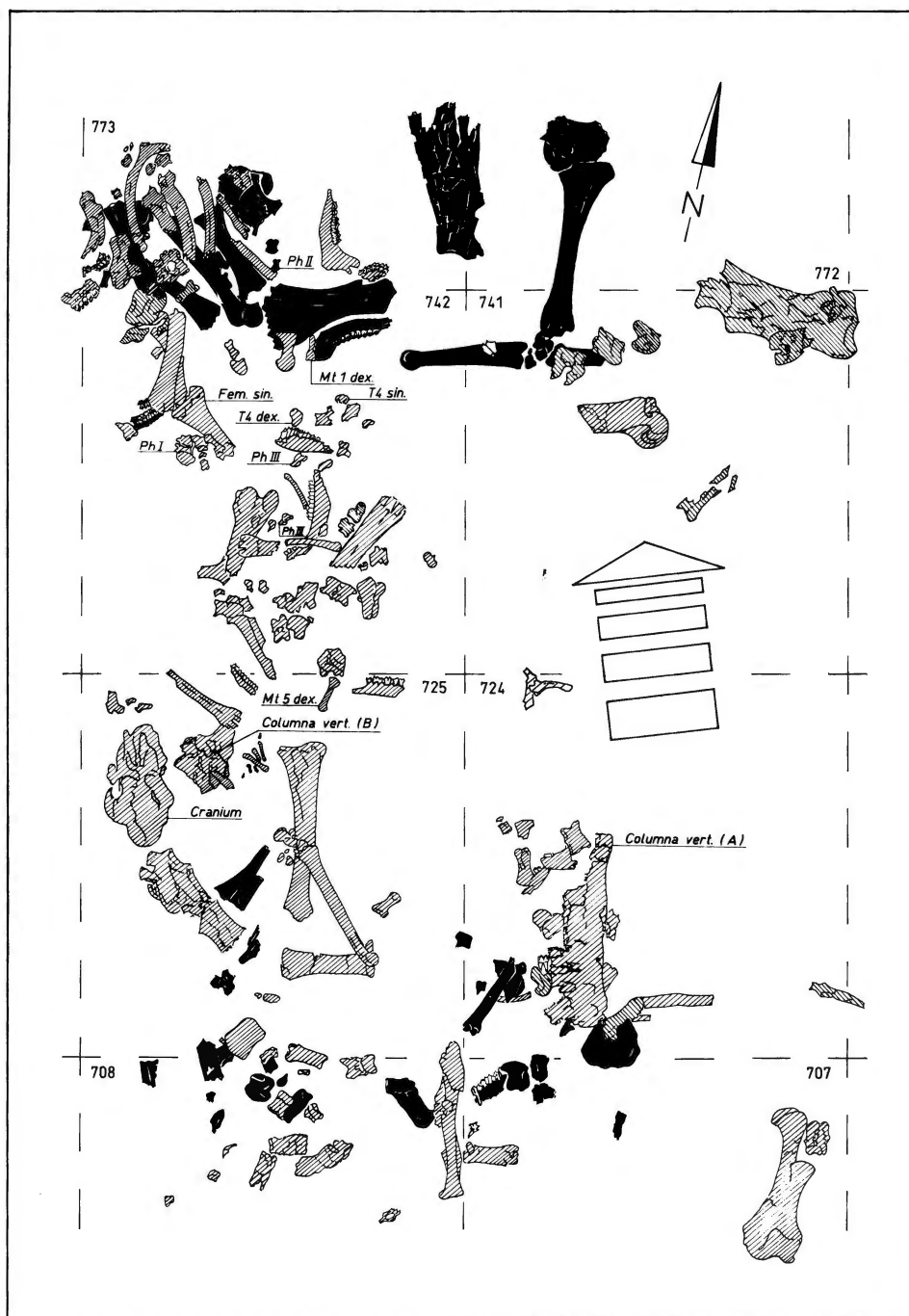


Abb. 1. Forschungsgrabung Untermaßfeld, Ausschnitt der Grabungsfläche in Oberen Fluvialen Sanden (Planquadrate Q 707-708, 724-725, 741-742, 772-773, je 1m²), lose polyspezifische Knochenkonzentration mit individuell zusammengehörigen Skelettresten von *Ursus* sp. (bezeichnet) sowie Andeutung der ehemaligen Hauptfließrichtung (Pfeil). Tiefenlage der Funde (bezogen auf 0-Niveau der Fundstelle = 1,0 m über Hauptplanum): Weitschraffur rechtsgeneigt < 0,5 - 0,0 m über 0, Engschraffur linksgeneigt > 0,0 - 0,5 m unter 0, Engschraffur rechtsgeneigt > 0,5 - 1,0 m unter 0, Schwärzung > 1,0 m unter 0.

Die polyspezifische Knochenkonzentration im Umfeld der Wirbelfunde setzte sich im wesentlichen aus isolierten und zum Teil fragmentierten Skelettelementen größerer Herbivoren (*Bison*, *Eucladoceros*, *Hippopotamus* etc.) zusammen. Unmittelbar östlich des caudalen Teilstückes der bezeichneten Wirbelsäule (Q 725) fand sich in einer Tiefe von 0,76 m unter 0-Niveau der mit hoher Wahrscheinlichkeit individuell zugehörige Bärenschädel einschließlich artikulierter Mandibel [IQW 1992/23 911 (Mei. 23 440)]. Das in relativ schlechtem substantiellen Erhaltungszustand geborgene Stück erlitt durch die Wirkung syngenetischer neotektonischer Spannungen insbesondere im Bereich des Gehirnschädels starke Deformationen. Das Nasencavum ist aufgebrochen, die vorderen Partien von Ober- und Unterkiefer fehlen. Die überlieferten hinteren Abschnitte der Zahnreihen wurden stark ineinandergepreßt, so daß sie ohne Beschädigungen nicht voneinander zu lösen sind. Soweit am M₂ dex. lingual erkennbar, zeigt das Gebiß ein fortgeschrittenes Abrasionsstadium.

Die Grabungsfläche unmittelbar nördlich des Schädels (Q 725, Q 742, Q 773) lieferte in Tiefen zwischen 0,91 m und 1,07 m unter O-Niveau einige isolierte Skelettelemente der Extremitäten des gleichen Individuums. Im einzelnen fanden sich:

- Femur sin. [IQW 1989/23 215 (Mei. 22 734)],
- Os tarsale quartum sin. (T4) [IQW 1989/23 286 (Mei. 22 805)],
- Os tarsale quartum dex. (T4) [IQW 1989/23 283 (Mei. 22 802)],
- Os metatarsale primum dex. (Mt 1) [IQW 1989/23 266 (Mei. 22 785)],
- Os metatarsale quintum dex. (Mt 5) [IQW 1989/23 118 (Mei. 22 637)],
- Phalanx prima (Ph I) [IQW 1989/23 187 (Mei. 22 706)],
- Phalanx secunda (Ph II) [IQW 1989/23 162 (Mei. 22 681)],
- Phalanx tertia (Ph III) [IQW 1989/23 165 (Mei. 22 684)],
- Phalanx tertia (Ph III) [IQW 1989/23 289 (Mei. 22 808)].

T4 dex./Mt 5 dex. sowie Ph I/Ph II artikulieren. 2,50 m südwestlich des Bärenschädels konnte aus Planquadrat Q 710 in 0,87 m Tiefe unter 0-Niveau außerdem das zugehörige Os metatarsale tertium sin. (Mt 3) [IQW 1987/22 001 (Mei. 21 520)] geborgen werden. Somit liegen von dem bezeichneten Individuum neben Fragmenten von Schädel und beiden Hemimandibeln bisher elf Wirbel (Th 10-14¹, Lu 1-6) sowie zehn weitere postcraniale Skelettelemente vor. Zusätzliche Funde aus der sich in Strömungsrichtung nach Norden fortsetzenden Rinnenfüllung sind für die Zukunft nicht auszuschließen. Auch unter den sonstigen als Reste von *Ursus* identifizierten Untermaßfelder Funden könnten sich vereinzelt weitere individuell zugehörige Skelettelemente befinden, für deren Zuordnung exakte Anhaltspunkte aber fehlen.

Für die fluviatile Anreicherung des Fossilmaterials im Bereich der heutigen Fundstelle Untermaßfeld werden zeitlich begrenzte übernormale Wasserführungen der Werra, d.h. sich wiederholende Hochflutereignisse wahrscheinlich gemacht (R.-D. Kahlke 1997b, im Druck, in Vorb.). Durch erste taphonomische Detailuntersuchungen konnte der Eintrag sowohl von frischen und damit anatomisch weitgehend intakten Flutopfern als auch von Leichenteilen belegt werden. Die räumliche Anordnung der zum behandelten Individuum gehörigen Skelettelemente (Abb. 1) in der Fundschicht läßt auf den Antransport eines mehr oder weniger vollständigen Kadavers oder zumindest eines größeren Teilkadavers schließen. Die Fracht wurde nach Aussage der Korngrößenanalysen (Ellenberg u. R.-D. Kahlke 1997) bei langsam fließendem Wasser in die sich mit Sanden auffüllende Erosionsrinne nahe der endgültigen Einbettungsstelle von Wirbelsäule und Schädel abgelegt. Mit fortschreitendem Kadaverzerfall drifteten abgelöste

¹ Die Anzahl der Thoracalwirbel rezenter Braunbären (*Ursus arctos*) variiert zwischen 14 und 15. Detaillierte Angaben dazu finden sich bei Bürgl (1938, 66 ff.). Die vorliegende Studie geht von 14 Brustwirbeln aus.

Knochenverbände bzw. Einzelelemente entsprechend der Strömungsrichtung vorwiegend nach Norden ab. Im Gegensatz zu zahlreichen anderen Funden aus der Rinnenfüllung zeigen die bezeichneten Bärenreste keinerlei Spuren von Carnivorenfraß. Ein partieller Austrag von bereits abgetrennten Kadaverteilen aus der Fundstelle – beispielsweise durch Aktivitäten der kräftigen Hyäne *Pachycrocuta brevirostris* – kann allerdings nicht ausgeschlossen werden.

Insgesamt liegen von Untermaßfeld bisher 93 Bärenreste vor (Stand 15. 5. 1996). Diese verteilen sich nach Aussage der deutlich überrepräsentierten Mandibeln auf zumindest neun Individuen beiderlei Geschlechts in früh- bis spätadultem Alter. Die Stücke repräsentieren ca. 1 % der Gesamtfundmenge und ca. 3,3 % der um 270 liegenden Mindestindividuenzahl (MNI) aller bislang aus der Fundstelle nachgewiesenen Großsäuger.

Als Teil einer interdisziplinären Gesamtbearbeitung der Fossilagerstätte Untermaßfeld (Liste der Projekte bei R.-D. Kahlke 1995b) untersuchte R. Musil (Brno) die bis einschließlich 1988 geborgenen Ursidenfunde. Für den in Vorbereitung befindlichen Band 2 einer Monographie liegt das druckfertige Manuskript vor (Musil, in Vorb.). Bezüglich einer Diskussion zur systematischen Stellung der Untermaßfelder Bärenpopulation muß auf diese Studie verwiesen werden. Da R. Musil nur über relativ wenige Metapodienreste verfügte, sei ergänzend angemerkt, daß sich die zum hier behandelten Bärenfund gehörenden Metatarsalia aufgrund ihrer Länge sowie ihres ausgeprägt schlanken Baues von *Ursus deningeri*, dem spelaeoiden Bären des Spätunter- bis Mittelpleistozäns (vgl. z. B. Torres 1988), recht deutlich unterscheiden.

4. Osteologischer Befund

Die Vollständigkeit des Wirbelsäulenfragmentes, dessen Gesamtlänge ca. 590 mm beträgt, nimmt von cranial nach caudal zu (Abb. 2, 1-4). Von den ersten fünf Wirbeln (Th 10-14) sind im wesentlichen nur größere Partien der Wirbelkörper (am ausgedehntesten bei Th 13) erhalten. Zusätzlich finden sich bei Th 10 und Th 11 jeweils geringe basale Abschnitte und bei Th 13 ein größeres Stück des linken Pediculus arcus vertebrae. Im Fall von Th 12, dem am stärksten postmortal zerstörten Wirbel, fehlen sowohl der dorsale Abschnitt des Wirbelkörpers als auch der komplette Wirbelbogen. Bei Th 14 und den Lumbalwirbeln sind die Wirbelkörper vollständig überliefert. Ferner sind von Th 14 bis Lu 5 zunehmend größere Anteile der Wirbelbögen vorhanden. Während sich bei Th 14 und Lu 1 lediglich Teile der rechten und linken Pediculi finden, sind ab dem 2. Lumbalwirbel jeweils auch unterschiedlich ausgedehnte Partien der dorsal anschließenden Laminae erhalten, so daß von Lu 2 bis Lu 6 der Canalis vertebralis dorsal geschlossen ist (Abb. 2, 3).

Die an den Wirbelbögen ausgebildeten Fortsätze sind nur in relativ geringem Umfang erhalten (Abb. 2, 1-4). Thoracal findet sich lediglich bei Th 14 ein kurzes proximales Fragment des rechten vorderen Gelenkfortsatzes (Processus mamilloarticularis dex.). Im Lumbalbereich sind bei Lu 2, Lu 3 und Lu 6 basale Abschnitte der Dornfortsätze vorhanden, während bei Lu 4 und Lu 5 größere Anteile der Processus spinosi persistieren. Rechts sind an den Lendenwirbeln, mit Ausnahme eines kurzen Fragmentes an Lu 6, lediglich die Ursprungsstellen der Querfortsätze erkennbar, während diese selbst verlorengegangen sind (Abb. 2, 1). Demgegenüber finden sich auf der linken Seite noch kurze bzw. längere (Lu 6) Stümpfe der Processus transversi (Abb. 2, 2). Auch der Erhaltungszustand der übrigen Fortsätze (Processus articulares, mamillares und accessorii) der Lendenwirbel ist im allgemeinen schlecht. Eine – für die Diagnose der pathologischen Veränderungen wichtige – Ausnahme hiervon bilden lediglich die caudalen Gelenkfortsätze an Lu 4 sowie die cranialen Gelenkfortsätze an Lu 5, so daß in diesem Bereich eine Beurteilung der Wirbelbogengelenke (Articulationes zygapophyseales) möglich ist (Abb 2, 3; Abb. 3, 3).

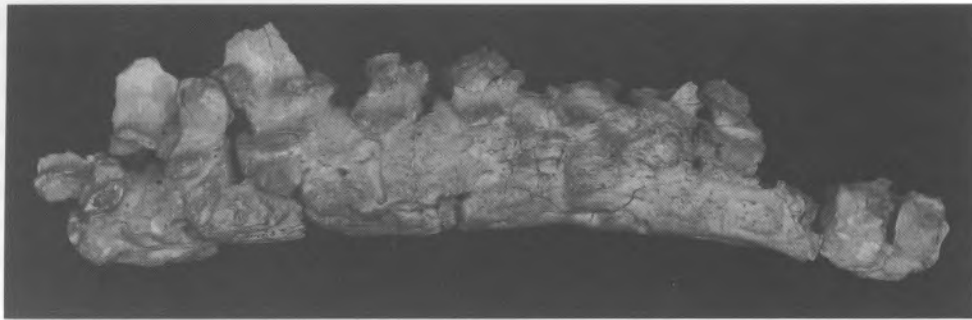
Pathomorphologisch ist das Wirbelsäulenfragment durch eine ausgedehnte und massive (zuckergußartige) paravertebrale Knochenapposition im Bereich der Wirbelkörper charakterisiert (Abb. 2, 1. 2. 4; Abb. 3, 3). Diese, beide Teilstücke umfassende Hyperostose, die in der caudalen Thoracal- und cranialen Lumbalregion besonders ausgeprägt ist, hat zu einer Verwachsung aller Wirbel und damit zu einer vollständigen knöchernen Ankylose des vorliegenden Wirbelsäulenabschnitts geführt. Wie der makroskopische (Abb. 2, 1. 2. 4) und der röntgenologische (Abb. 3, 1) Befund belegen, ist die Knochenauflagerung an der Ventralseite der Wirbelsäule am stärksten, woraus eine deutliche Vergrößerung ihres dorsoventralen Durchmessers resultiert. Die Hyperostose erstreckt sich auch auf den Lateralbereich der Wirbelsäule, ist hier jedoch von geringerem Ausmaß als ventral (Abb. 3, 2. 3). Dorsal finden sich an den Wirbelkörpern entweder keine pathologischen Knochenauflagerungen bzw. (lumbal) ein nur schwach ausgeprägtes und auf den dorsalen Randbereich beschränktes Übergreifen der lateralen Hyperostosen (Abb. 2, 3; Abb. 3, 3).

Infolge der ausgedehnten Knochenbildungen sind die Zwischenwirbelräume sowohl ventral (durch umfangreiche Knochenappositionen, Abb. 3, 1) als auch lateral (durch kräftige Knochenspangen, Abb. 3, 2) vollkommen knöchern überbrückt. Eine Ausnahme bildet lediglich der zwischen Th 10 und Th 11 gelegene Zwischenwirbelspalt, der lateral nur unvollständig von Knochenspangen verdeckt wird (Abb. 2, 1. 2). Die an einigen der Thoracalwirbel erhaltenen Foveae costales zur Aufnahme der Rippenköpfe sind von normaler Beschaffenheit.

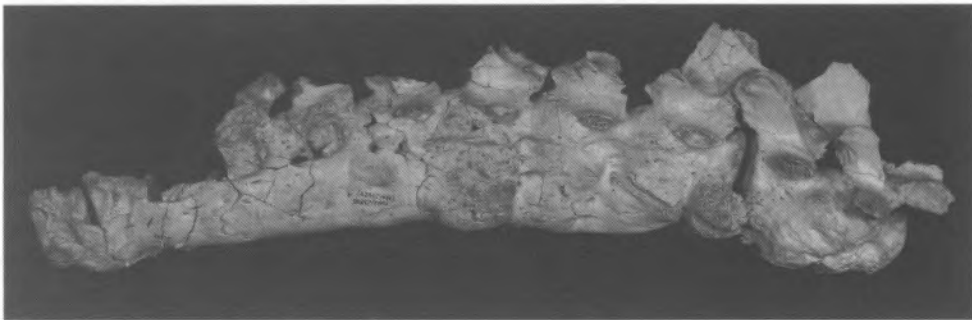
Makroskopisch erscheint die neugebildete Knochenmasse im Zwischenwirbelbereich leicht wulstförmig aufgetrieben, wodurch das Wirbelsäulenfragment ventral und lateral eine undulierende Kontur erhält (Abb. 2, 1. 2. 4). Die Oberfläche des neugebildeten Knochens ist von zumeist recht glatter Beschaffenheit und wird von zahlreichen Gefäß- bzw. Nervenkanälen durchsetzt. Ventromedian finden sich im Bereich von Th 11 bis Th 13 und, weniger markant, auch an einigen Stellen in der Lumbalregion längsverlaufende, zumeist tief in den Knochen hineinreichende rinnenartige Einsenkungen, die an ihrem Boden teilweise eine Längsriefung erkennen lassen (Abb. 2, 4). Hierbei handelt es sich unseres Erachtens um Impressionen von Faserzügen des ventralen Längsbandes (*Ligamentum longitudinale ventrale*) der Wirbelsäule, das an diesen Stellen (im Gegensatz zu den anderen Bereichen) nicht verknöcherte und das somit zwar überwiegend aber nicht vollständig in den neugebildeten Knochen inkorporiert wurde.

Wie die makroskopische Untersuchung weiter ergab, liegt der Trennung der beiden Teilstücke des Wirbelsäulenfragments eine postmortale Fraktur im Bereich der Verbindung zwischen der paravertebrale Knochenmasse und dem ursprünglichen Wirbelkörper-Cortex zugrunde. Auch die zahlreichen anderen, an der Wirbelsäule vorhandenen Frakturlinien (Abb. 3, 1) dürften ausschließlich postmortaler Entstehung sein, da sich keinerlei Anzeichen reaktiver Prozesse (Frakturheilung) finden.

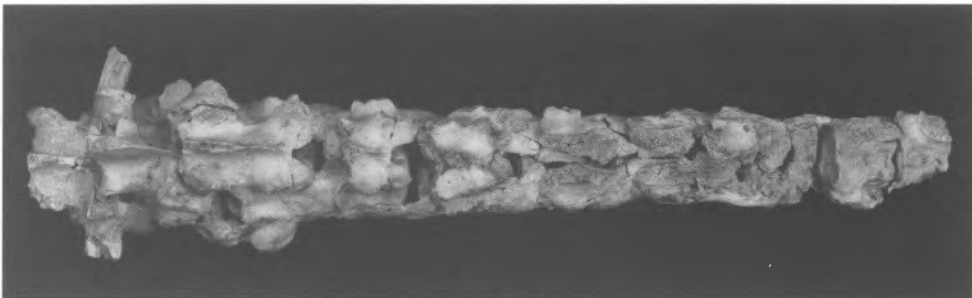
Im Gegensatz zu den Wirbelkörpern sind die Wirbelbögen frei von pathologischen Knochenappositionen, d.h. die paravertebrale Hyperostose beschränkt sich auf den Corpusabschnitt der Wirbel. Es finden sich zudem weder Verknöcherungen im Bereich des dorsalen Längsbandes (*Ligamentum longitudinale dorsale*) noch Einengungen des *Canalis vertebralis* durch Knochensporne oder ähnliche Bildungen (Abb. 3, 3). Die Ausdehnung der Zwischenwirbelräume ist in wechselndem Umfang leicht verringert, was als (normale) altersbedingte, durch regressive Veränderungen der Zwischenwirbelscheiben hervorgerufene Erscheinung zu werten ist. Darüber hinausgehende, pathologische Verschmälerungen sind ebensowenig gegeben wie knöcherne Überbrückungen im Bereich der Zwischenwirbelräume oder Verknöcherungen der Bandscheiben (Abb. 3, 1). Die Wirbelkörper-Endflächen sind überwiegend von normaler (glatter) Beschaffenheit. Lediglich auf den caudalen Endflächen von Lu 4 und Lu 6 sowie auf der cranialen Endfläche von Lu 5 finden sich zentral grubchenartige Einbrüche in die Spongiosa als typische Spuren von Bandscheibenvorfällen in die Wirbelkörper unter Bildung sog. Schmorl'scher Knötchen (Abb. 3, 3). Hierbei handelt es sich um degenerative Veränderungen, wie sie im fortgeschrittenen Alter häufiger beobachtet werden. Gleiches gilt für die arthrotischen Veränderungen in Form markanter Randleisten-



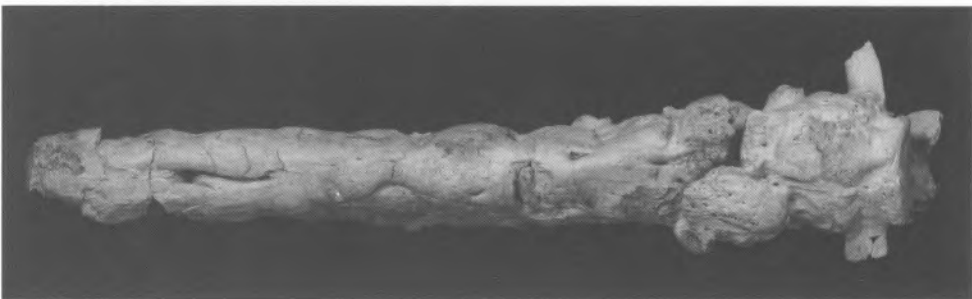
1



2



3

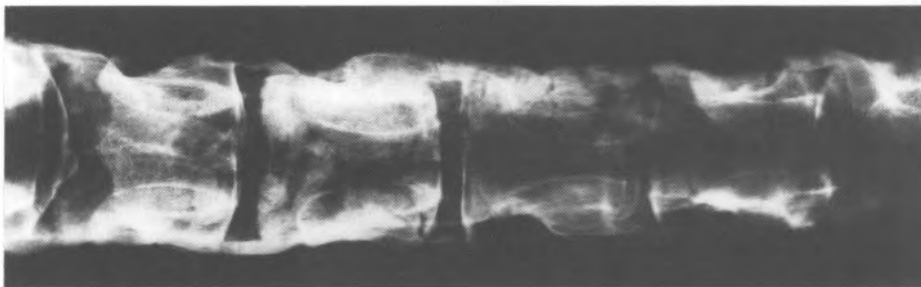


4

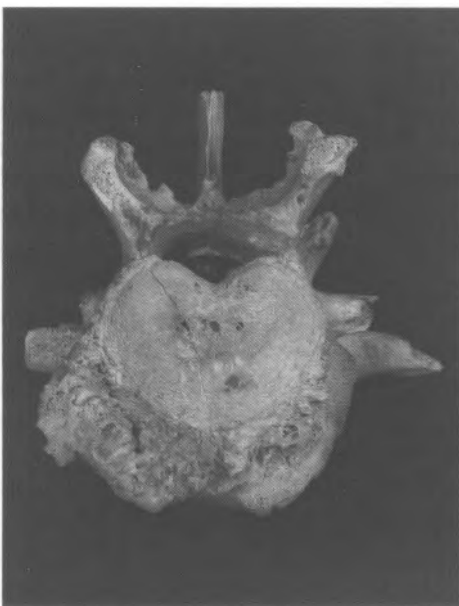
Abb. 2. *Ursus* sp., Untermaßfeld: pathologisch verändertes Wirbelsäulenfragment (Th 10-14, Lu 1-6) [IQW 1992/23 898 (Mei. 23 427) A, B]. 1 von lateral dex., 2 von lateral sin., 3 von dorsal, 4 von ventral; ca. 1/4 nat. Größe.



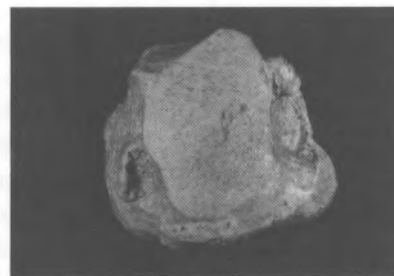
1



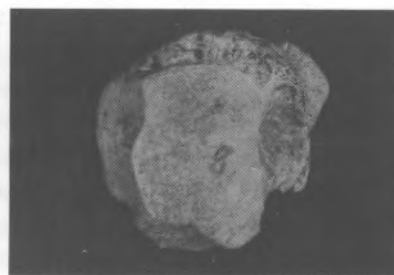
2



3



4



5

Abb. 3. *Ursus* sp., Untermaßfeld: 1-3 pathologisch verändertes Wirbelsäulenfragment [IQW 1992/23 898 (Mei. 23 427) A, B], 1-2 im Röntgenbild, 1 Th 13-14, Lu 1-4, lateraler Strahlengang, 2 Th 13-14, Lu 1-4, dorsoventraler Strahlengang, 3 Lu 5, von cranial; 4 Os tarsale quartum sin. [IQW 1989/23 286 (Mei. 22 805)] von proximal; 5 Os tarsale quartum dex. [IQW 1989/23 283 (Mei. 22 802)] von proximal; 1-3 ca. 1/2 nat. Größe, 4-5 ca. nat. Größe.

bildungen im Bereich der (hier erhaltenen) Wirbelbogengelenke zwischen dem 4. und 5. Lumbalwirbel (Abb. 2, 3; Abb. 3, 3). Ansonsten weisen die Wirbelgelenke keine pathologischen Veränderungen, wie etwa Spuren entzündlicher Prozesse oder knöcherner Ankylosen, auf.

Von den übrigen Skelettelementen finden sich pathologische Veränderungen, in Form leicht bis mittelstark ausgeprägter paraartikulärer Knochenproliferationen, lediglich am rechten und linken Os tarsale quartum (Os cuboideum, T 4). Die Hyperostose beschränkt sich auf die Anheftungsstellen der Ligamente, während die Gelenkflächen der Ossa cuboidea keine krankhaften Veränderungen erkennen lassen (Abb. 3, 4, 5). Besonders ausgeprägte paraartikuläre Osteophyten sind beim linken T 4 in den Ansatzbereichen des Ligamentum calcaneocuboideum laterale und des Ligamentum cuneocuboideum interosseum ausgebildet.

5. Diskussion

Der markanteste pathologische Befund an den Skelettelementen des Untermaßfelder Bären ist zweifelsohne die massive paravertebrale Ossifikation, die zu einer vollständigen knöchernen Ankylose des vorliegenden Wirbelsäulenabschnittes geführt hat. Die Hyperostose beschränkt sich dabei im wesentlichen auf den ventralen (unter weitgehender Einbeziehung des ventralen Längsbandes) und lateralen Anteil der Wirbelsäule, während die Dorsalbereiche nicht bzw. kaum betroffen sind. Weitere diagnostisch wichtige Merkmale sind das Fehlen krankhafter Verschmälerungen oder knöcherner Überbrückungen der Zwischenwirbelräume sowie von entzündlichen Veränderungen oder knöchernen Ankylosen im Bereich der Wirbelbogengelenke.

Den hier vorgestellten vergleichbare pathologische Wirbelsäulenveränderungen sind sowohl beim Menschen (Forestier u. Lagier 1971, Resnick u. Niwayama 1976, 1995) als auch bei verschiedenen anderen (rezenten und fossilen) Säugerspezies beschrieben worden (Fox 1939, Stecher u. Goss 1961, Stecher 1963, Sokoloff et al. 1968, Woodard et al. 1985, Bjorkengren et al. 1987, Lagier 1989, Rothschild u. Martin 1993). Als Bezeichnung für die zugrunde liegende chronische Skeletterkrankung hat sich, einem Vorschlag von Resnick et al. (1975) sowie Resnick u. Niwayama (1976) folgend, international mittlerweile weitgehend der Begriff „diffuse idiopathische skelettale Hyperostose (DISH)“ durchgesetzt, welcher daher nachfolgend auch hier verwendet wird. Die häufigsten der in der medizinischen Literatur sehr zahlreichen, zumeist älteren Synonyme für diese Krankheit sind „Spondylitis ossificans ligamentosa“ (Oppenheimer 1942), „(senile) ankylosing hyperostosis of the spine“ (Forestier u. Rotes-Querol 1950, Forestier u. Lagier 1971), „Spondylosis hyperostotica“ (Ott 1953), „vertebral osteophytosis“ (Bick 1955), „physiologic vertebral ligamentous calcification“ (Smith et al. 1955), „generalized juxta-articular ossification of vertebral ligaments“ (Sutro et al. 1956), „diffuse enthesopathic hyperostosis“ (Lagier u. Baud 1978) und „Morbus Forestier“ (Adler 1983, Adler et al. 1992). Vor allem in älteren Arbeiten werden die für DISH charakteristischen Wirbelsäulenveränderungen bei Mensch und Tier, unter Verwendung von Termini wie Spondylitis oder Osteoarthritis, nicht selten fälschlicherweise als Symptome einer entzündlichen Erkrankung gedeutet, obwohl es sich bei DISH eindeutig um ein nicht-entzündliches Krankheitsgeschehen handelt (Rogers et al. 1985, Resnick u. Niwayama 1995).

Wie bereits von Forestier u. Lagier (1971) erwähnt und später vor allem von Resnick et al. (1975) sowie Resnick u. Niwayama (1995) betont, sind die pathologischen Veränderungen im Falle von DISH nicht auf die Wirbelsäule beschränkt. Vielmehr finden sich sehr häufig auch Hyperostosen im Bereich der Ansatzstellen von Ligamenten oder Sehnen an peripheren (nicht-axialen) Skelettelementen, d.h. es handelt sich bei DISH, wie das Adjektiv „diffus“ zum Ausdruck bringen soll, um eine generalisierte Skeletterkrankung. Bei nichthumanen Säugern liegen im Falle von DISH jedoch zumeist nur Beschrei-

bungen der Wirbelsäule vor. Eine Ausnahme stellt der von Woodard et al. (1985) vorgestellte Fall eines Hundes dar, bei dem auch die (sehr ausgedehnten) paraartikulären Ossifikationen im Bereich des Extremitätenskeletts geschildert werden.

Gegenwärtig werden zur Diagnose von DISH fast ausschließlich die Veränderungen an der Wirbelsäule herangezogen. Nach Resnick u. Niwayama (1976, 1995) ist eine sichere Diagnose dann möglich, wenn folgende Kriterien erfüllt sind:

- 1) Auftreten einer „fließenden“ Calcifikation bzw. Ossifikation entlang des anterolateralen (ventrolateralen) Aspektes von mindesten vier aufeinanderfolgenden Wirbeln.
- 2) Relative Persistenz der Ausdehnung der Zwischenwirbelräume in dem betroffenen Wirbelsäulen-segment und Fehlen ausgedehnter degenerativer Veränderungen im Bereich der Zwischenwirbelscheiben.
- 3) Fehlen knöcherner Ankylosen im Bereich der Wirbelbogengelenke sowie von Erosionen, Sklerosen oder intraartikulären Synostosen der Iliosakralgelenke.

Rothschild u. Martin (1993) nennen als Hauptkriterium für die Diagnose von DISH eine Verknöcherung des vorderen (ventralen) Längsbandes der Wirbelsäule. Lagier (1989) weist darauf hin, daß bei DISH die Knochenneubildung nicht auf einzelne anatomische Strukturen (wie etwa Ligamentinsertionen) beschränkt ist, sondern jeweils ausgedehnte Regionen der Wirbelsäule (einschließlich des ventralen Ligamentes und des paravertebralen Bindegewebes) betroffen sind.

Eine Beurteilung des Zustandes der Iliosakralgelenke ist an dem vorliegenden fragmentarischen Bärenskelett aus Untermaßfeld nicht möglich, da (bislang) weder Bestandteile des Beckens noch der Sakralwirbelsäule gefunden wurden. Alle anderen der oben genannten diagnostischen Merkmale sind bei dem hier vorgestellten Untersuchungsobjekt realisiert. Es handelt sich bei den pathologischen Wirbelsäulenveränderungen des Bären daher nach unserer Auffassung ohne Zweifel um einen Fall von DISH. Für diese Diagnose sprechen auch die an den beiden T4 im Bereich von Ligamentansätzen ausgebildeten paraartikulären Hyperostosen (vgl. Resnick et al. 1975, Lagier u. Baud 1978), obwohl dieser Befund isoliert betrachtet nicht als pathognomonisch angesehen werden kann.

DISH ist eine bei älteren Menschen häufig auftretende Erkrankung. Nach Forestier u. Lagier (1971) finden sich erste radiologische Anzeichen der charakteristischen Wirbelsäulenveränderungen normalerweise erst bei über 50-jährigen Individuen. Das mittlere Alter der von Resnick u. Niwayama (1995) untersuchten Patienten mit DISH lag bei 66 Jahren. Wie die beiden Autoren betonen, bedeutet dies jedoch nicht, daß die Krankheit erst im hohen Alter einsetzt, sondern daß es geraume Zeit dauert, bis die Veränderungen soweit fortgeschritten sind, daß sie die spezifischen radiologischen Kriterien zur Diagnose von DISH erfüllen. Auch Forestier u. Lagier (1971) weisen auf das gewöhnlich langsame Fortschreiten der Erkrankung hin, das sie in einem Fall über einen Zeitraum von 14 Jahren bis zur vollen Ausprägung der klinischen und radiologischen Symptome verfolgen konnten. Obwohl die Befundsituation deutlich ungünstiger ist als beim Menschen, gelten die obigen Aussagen im Prinzip auch für andere Säugetierarten (Rothschild u. Martin 1993), d.h. auch bei diesen ist DISH eine typische Krankheit älterer Individuen. Die Tatsache, daß es sich bei dem Untermaßfelder Bären, wie die fortgeschrittene Gebißabnutzung belegt, um ein älteres Individuum handelt, steht mit dieser Vorstellung im Einklang.

Die Ursache von DISH ist unbekannt (Rothschild u. Martin 1993, Resnick u. Niwayama 1995). Beim Menschen wird die Erkrankung vielfach mit endokrinen Störungen, vor allem dem Auftreten eines Diabetes mellitus in Verbindung gebracht (Adler 1983). Resnick u. Niwayama (1995) geben jedoch zu bedenken, daß das häufige Auftreten von Diabetes bei Patienten mit DISH auch lediglich darauf beruhen könnte, daß beide Erkrankungen bevorzugt bei älteren Menschen ausgeprägt sind. Ihrer Ansicht nach könnte es sich bei DISH um eine „ossifying diathesis“, d. h. das Ergebnis einer individuellen, genetisch

bedingten Disposition zu überschießender Knochenneubildung im Bereich normal oder übermäßig belasteter Ligamente bzw. Sehnen handeln.

Paravertebrale Ossifikationen treten bei Säugern im Rahmen einer Reihe von Erkrankungen auf (Adler 1983, Resnick 1995). Aufgrund der für die verschiedenen Krankheiten jeweils typischen Kennzeichen ist in der Regel die Stellung einer eindeutigen Diagnose möglich. Nachfolgend werden die drei wichtigsten, bei der Differentialdiagnose von DISH zu berücksichtigenden (und auszuschließenden) Erkrankungen aufgeführt und kurz charakterisiert.

Spondylitis ankylopoetica (Bechterew-Strümpell-Marie-Krankheit, Morbus Bechterew):

Hierbei handelt es sich um eine chronisch entzündliche, in Schüben fortschreitende Erkrankung des Skelett- und Gelenksystems, welche unter anderem typische Wirbelsäulenveränderungen hervorruft, die jedoch deutlich von denen bei DISH differieren. So kommt es zwar auch bei der Spondylitis ankylopoetica zur knöchernen Überbrückung der Zwischenwirbelräume und im fortgeschrittenen Stadium zu einer knöchernen Ankylose der Wirbelsäule (Cohrs u. Messow 1969, Adler 1983). Die als Syndesmophyten bezeichneten dünnen Knochenbrücken, die sich im peripheren Bereich des Anulus fibrosus entwickeln, unterscheiden sich jedoch deutlich von den viel massiveren und ausgedehnteren Bildungen im Falle von DISH. Im allgemeinen findet sich bei einer Spondylitis ankylopoetica auch nicht die für DISH typische Verknöcherung des ventralen Längsbandes und des angrenzenden paravertebralen Bindegewebes. Dagegen treten charakteristische knöcherne Ankylosen der Wirbelbogengelenke, Erosionen und Ankylosen der Iliosakralgelenke sowie Läsionen und Formveränderungen der Wirbelkörper („squaring“) auf (Cawley et al. 1972, Adler 1983), die im Fall von DISH nicht beobachtet werden. Das Fehlen knöcherner Ankylosen der Wirbelbogen- und Iliosakralgelenke sowie von Erosionen im Bereich peripherer Gelenke gestattet auch die diagnostische Abgrenzung von DISH gegen weitere entzündliche Wirbelsäulenveränderungen, wie etwa im Fall der Spondylitis psoriatica oder des chronischen Reiter-Syndroms (Rothschild u. Martin 1993, Resnick u. Niwayama 1995).

Spondylosis deformans:

Die Spondylosis deformans ist eine häufige degenerative Wirbelsäulenerkrankung, in deren Verlauf es ebenfalls zur mehr oder weniger ausgedehnten Bildung paravertebraler Hyperostosen kommt (Morgan 1967, Rothschild u. Martin 1993). Als Ursache werden allgemein pathologische Veränderungen der Zwischenwirbelscheiben (Auftreten von Rissen im peripheren Teil des Anulus fibrosus) angesehen (Morgan 1967, Adler 1983). Deren daraus resultierende erhöhte Beweglichkeit führt zu einer Dehnungsbelastung der Sharpey'schen Fasern des Anulus fibrosus bzw. des ventralen (vorderen) Längsbandes und in der Folge zu einer reaktiven Osteophytenbildung an den Ventral-(Vorder-)seiten der Wirbelkörper. Zwar bestehen eine Reihe von Übereinstimmungen zwischen den Wirbelsäulenveränderungen im Fall von DISH und denen bei Spondylosis deformans, jedoch existieren sowohl qualitative wie quantitative Unterschiede zwischen den beiden Erkrankungen, die eine Differenzierung ermöglichen (Resnick u. Niwayama 1976, 1995, Rothschild u. Martin 1993). So sind im Fall von DISH die paravertebralen Ossifikationen im allgemeinen deutlich ausgedehnter und massiver als bei der Spondylose. Ferner fehlen im Fall von Spondylosis deformans die für DISH charakteristischen ausgedehnten Calcifizierungen bzw. Verknöcherungen des ventralen Längsbandes und des paravertebralen Bindegewebes (Morgan 1967, Harris 1977) sowie die paraartikulären Ossifikationen im Bereich des Extremitätenskeletts.

Fluorose:

Chronische Fluoridintoxikation führt im Wirbelsäulenbereich ebenfalls zur Ausbildung massiver paravertebraler Hyperostosen infolge ausgedehnter Ligamentverknöcherungen. Im Gegensatz zu dem hier vorgestellten Objekt sind im Fall der Fluorose jedoch typischerweise auch die dorsalen Anteile der Wirbelsäule betroffen, wodurch es in einigen Fällen zu einer Einengung des Wirbelkanals kommen kann (Roholm 1937, Singh et al. 1962). Aus diesem Grund stimmen wir der Aussage von Boillat et al. (1980)

nicht zu, daß sich die Fluorid-induzierte Hyperostose nicht von der im Falle von DISH unterscheiden läßt. Weiterhin finden sich bei Vorliegen einer Osteofluorose häufig (vor allem im Bereich des Achsenskelettes) sklerotische Knochenveränderungen (Roholm 1937, Singh et al. 1962, Soriano u. Manchon 1966, Faccini u. Teotia 1974, Mithal et al. 1993, Wang et al. 1994), die bei DISH nicht beobachtet werden. Gegen das Vorliegen einer endemischen Fluorose bei dem Untermaßfelder Bären spricht auch, daß die Zähne des Tieres nicht die für eine Dentalfluorose typischen Veränderungen (Shupe u. Olson 1983) aufweisen, wie sie in einem solchen Fall zu erwarten wären.

In der Literatur finden sich nur wenige Berichte über das Vorkommen von DISH bei (rezenten oder fossilen) großen Carnivorenarten. Bjorkengren et al. (1987) untersuchten 48 Wirbelsäulen mit paravertebralen Ossifikationen von Säbelzahnkatzen (*Smilodon californicus*) aus den oberpleistozänen Teersümpfen von Rancho La Brea, Kalifornien. In 9 dieser Fälle wurde aufgrund der Ausbildung charakteristischer Symptome, wie einer massiven, „fließenden“ Hyperostose an den Ventral- und Lateralseiten der Wirbelkörper, dem Fehlen pathologischer Veränderungen an den Dorsalseiten der Wirbel sowie der normalen Ausdehnung der Zwischenwirbelräume, das Vorliegen von DISH diagnostiziert.

Im Hinblick auf das hier vorgestellte Objekt ist es von besonderem Interesse, daß die für DISH charakteristischen Wirbelsäulenveränderungen auch bei rezenten Ursiden beobachtet wurden. Fox (1939) beschreibt das Skelett eines im Zoo von Philadelphia obduzierten „Alaskan bear (*Ursus gyas*)“ mit markanten, die ganze Wirbelsäule erfassenden und teilweise ankylosierenden, paravertebralen Ossifikationen im Sinne von DISH, wobei der Autor selbst zur Charakterisierung der Erkrankung den Begriff „hypertrophic spondylitis“ verwendet. Bei dem Tier, einem in freier Wildbahn geborenen Weibchen, das mehr als 32 Jahre in einer Menagerie lebte, dürfte es sich um einen Grizzlybären (*Ursus arctos horribilis*) gehandelt haben. Die Veränderungen in der Cervicalregion der Wirbelsäule schildert Fox (1939, 94) als „marked overgrowth of the ventral surface that seems to stream along as if following the ventral ligament“.

Zwei weitere Fälle ausgedehnter und DISH-typischer paravertebraler Hyperostose bei Grizzlybären schildert Stecher (1963). Im ersten Fall handelt es sich um die Wirbelsäule eines 1939 in Alaska erlegten, freilebenden adulten Individuums, dessen Skelett im American Museum of Natural History in New York (Sammlungsnummer 135504) aufbewahrt wird. Die zweite Wirbelsäule gehört zu einem Tier, das im Zoo von Baltimore lebte, wo es 1951 im Alter von ca. 35 Jahren starb. Das Skelett befindet sich im Museum of Natural History der Smithsonian Institution in Washington, D.C. (Sammlungsnummer 292072).

Die Wirbelsäule des Grizzlybären aus Alaska (AMNH 135504) wies vor allem im Thoracal- und Lumbalbereich ausgedehnte, die Zwischenwirbelräume überbrückende Hyperostosen an den Ventral- und Lateralseiten der Wirbelkörper auf, die zu einer Immobilisation der Region zwischen Th 12 und Lu 6 geführt hatten. Noch intensiver und ausgedehnter (zwischen 7. Cervical- und 1. Sacralwirbel) waren die paravertebralen Ossifikationen an der zweiten von Stecher (1963) beschriebenen Grizzlybären-Wirbelsäule. Ähnlich wie bei dem Untermaßfelder Objekt waren hier die Zwischenwirbelräume infolge der sehr ausgeprägten Knochenneubildung sowohl ventral wie lateral streckenweise vollkommen verdeckt. Eine besonders massive paravertebrale Hyperostose trat bei diesem Individuum zwischen Th 13 und dem Beginn der Kreuzbeinregion auf. Als Folge war die gesamte Region, mit Ausnahme des Bereichs Lu 2 - Lu 3, vollständig immobilisiert. Wie aus der bei Stecher (1963, Abb.7) wiedergegebenen Ventralansicht dieser Wirbelsäule ersichtlich, gleicht der makroskopische Befund sehr weitgehend dem des Untermaßfelder Bären.

Bei beiden Grizzlybären (stärker bei dem Individuum aus dem Zoo von Baltimore) war das ventrale Längsband der Wirbelsäule über große Strecken ossifiziert, wobei jeweils die Tendenz zur Ausparung der ventralen Mittellinie bestand, d. h. auch hier blieb das Ligamentum longitudinale ventrale teilweise

unverknöchert. Im Fall des „Baltimore-Exemplares“ fand sich lumbal streckenweise eine ventromedian gelegene, rinnenartige Längseintiefung in den neugebildeten Knochen, wie sie in ganz ähnlicher Form stellenweise an der Wirbelsäule des Untermaßfelder Bären auftritt. Wie bei dieser, so fanden sich auch bei den beiden von Stecher (1963) geschilderten Bärenwirbelsäulen dorsal keine pathologischen Veränderungen. Ferner wurden, ebenfalls in Übereinstimmung mit unseren Befunden, keine pathologische Verschmälerungen der Zwischenwirbelräume oder entzündungsbedingte Veränderungen bzw. knöcherne Ankylosen der Wirbelbogengelenke festgestellt. Auch der Zustand der Costovertebralgelenke beider Grizzlybären war normal. Wie im Fall des Untermaßfelder Objektes, traten arthrotische Veränderungen an den Wirbelgelenken auf, die bei Tieren in fortgeschrittenem Alter nicht unüblich sind. Ferner fanden sich bei beiden Individuen die für DISH typischen paraartikulären Hyperostosen an verschiedenen Stellen des Extremitätenskeletts.

Wie die weitgehende Übereinstimmung der pathologischen Wirbelsäulenveränderungen bei dem unterpleistozänen Bären von Untermaßfeld und den rezenten (freilebenden bzw. in Gefangenschaft gehaltenen) Grizzlybären mit DISH belegt, ist die Manifestation dieser Krankheit (bei *Ursus*) über einen Zeitraum von ca. 1 Million Jahren im wesentlichen unverändert geblieben. Dies ist deshalb hervorzuheben, da, wie Miller et al. (1996, 224) bei der Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen paläopathologischer Diagnostik an mazerierten menschlichen Skelettelementen betonen, „there is no guarantee that diseases known today create changes that are identical to those in antiquity“. Aus der weitgehenden Konstanz der skelettalen Symptome schließen wir auf eine ebenfalls weitgehende Übereinstimmung auch der Folgen der Erkrankung für die betroffenen Bären.

Ausgehend von unserem derzeitigen Kenntnisstand zu DISH erscheint die Annahme zwingend, daß sich die bei den Bären beobachteten, ausgeprägten paravertebralen ankylosierenden Hyperostosen im Zuge eines chronisch fortschreitenden Krankheitsprozesses über einen Zeitraum von mehreren Jahren entwickelten. Beim Menschen besteht im Fall der Synostose längerer Wirbelsäulenabschnitte nach Angaben von Resnick u. Niwayama (1995) bereits bei relativ geringen traumatischen Einwirkungen die Gefahr des Auftretens von (Quer-)Frakturen. Dabei seien die Cervical- und Thoracalregion stärker gefährdet als der Lumbalbereich. Stecher (1963) äußert im Hinblick auf Bären dagegen die Vermutung, daß die Immobilisierung des hinteren (lumbalen) Wirbelsäulenabschnitts infolge knöcherner Ankylose der Wirbel vor allem bei älteren Individuen eine protektive Funktion haben könnte.

Die Tatsache, daß es sich bei dem freilebenden Grizzlybären aus Alaska nach Stecher (1963) um ein kräftiges Individuum in sehr gutem Ernährungszustand gehandelt hat, gestattet den Schluß, daß die Wirbelsäulenveränderungen kein die Fitness wesentlich vermindernendes Handicap für das Tier darstellten. Offenbar konnte die Subsistenz bei durchschnittlichen Lebensumständen problemlos gesichert werden. Dabei mag eine wesentliche Rolle gespielt haben, daß sich der Großteil der Nahrung von Grizzlybären aus pflanzlichem Material (je nach Jahreszeit Gräser, Kräuter, Beeren, Nüsse, Pflanzenwurzeln bzw. -knollen), Insekten, Nagetieren sowie Aas zusammensetzt. Diese Nahrungsquellen bleiben zugänglich und können damit das Überleben sichern, selbst wenn die Fähigkeit zum Verfolgen und Schlagen größerer Beutetiere aufgrund einer verminderten Beweglichkeit des Rumpfes mehr oder weniger stark eingeschränkt sein sollte. Hinzu kommt, daß der Grizzly selbst (als Top-Prädator) keine natürlichen Feinde hat.

Für den Untermaßfelder Bären ist ein prinzipiell ähnlich breites omnivores Nahrungsspektrum vorauszusetzen. Auch er war trotz sukzessiv voranschreitender Immobilisierung seiner Wirbelsäule darum über eine lange Zeitspanne hinweg durchaus überlebensfähig. Eine möglicherweise erfolgte Reduzierung des durch Beuteschlagen erlangten Nahrungsanteils konnte unter den ökologischen Verhältnissen des unterpleistozänen Auebiotops (mit ausgeprägter Waldkomponente, vgl. R.-D. Kahlke 1997b) ausgegli-

chen werden. Eine unmittelbare kausale Beziehung zwischen dem Auftreten von DISH und dem Tod des Tieres erscheint somit keineswegs zwingend.

Der Bär wurde als mehr oder weniger vollständiger Kadaver oder zumindest als Teilkadaver in den Akkumulationsraum der heutigen Fundstelle eingetragen (vgl. 3.). Er ist somit als wahrscheinliches Hochflutopfer anzusehen (vgl. R.-D. Kahlke, im Druck). Ein Zusammenhang zwischen beschränkter Elastizität der Wirbelsäule und Ertrinkungstod kann nicht ausgeschlossen werden.

Danksagung

Für Nachpräparationen an der beschriebenen Wirbelsäule danken wir Herrn J.-A. Keiler (Weimar). Herr N. Fiebig (Weimar) erstellte in dankenswerter Weise die Reinzeichnung zu Abb. 1. Für die verwendeten Fotos ist Herrn Fotomeister T. Korn (Weimar) zu danken. Die erforderlichen Röntgenaufnahmen wurden unter Leitung von Chefarzt Dr. F. Robiller in der Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin der Hufelandkliniken Weimar angefertigt. Herr K.-J. Bantz (Köln) und Frau Dr. B. Bratlund (Schleswig / Stockholm) ermöglichten zu Vergleichszwecken die Ausleihe rezenter Bärenwirbelsäulen aus den Sammlungen des Zoologischen Instituts der Universität zu Köln sowie des Archäologischen Landesmuseums Schleswig. Dr. M. Street (Neuwied) überprüfte freundlicherweise den Text der englischen Zusammenfassung.

Die Arbeiten am Projekt „Das Pleistozän von Untermaßfeld“ wurden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert.

Literatur

- ADLER, C.-P., 1983: Knochenkrankheiten. XII + 387 S., Stuttgart.
- ADLER, C.-P., KRAUSE, W., GEBERT, G., 1992: Knochen und Gelenke. Grundlagen der klinischen Medizin Bd.8. X + 162 S., Stuttgart.
- BAKER, J., BROTHWELL, D., 1980: Animal diseases in archaeology. X + 235 S., London.
- BICK, E. M., 1955: Vertebral osteophytosis. Pathologic basis of its roentgenology. Am. J. Roentgenol. 73, 979-983, Springfield.
- BJORKKENGREN, A. G., SARTORIS, D. J., SHERMIS, S., RESNICK, D., 1987: Patterns of paravertebral ossification in the prehistoric saber-toothed cat. Am. J. Roentgenol. 148, 779-782, Baltimore.
- BOILLAT, M. A., GARCIA, J., VELEBIT, L., 1980: Radiological criteria of industrial fluorosis. Skeletal Radiol. 5, 161-165, Berlin.
- BÜRGL, H., 1938: Morphologische und funktionelle Analyse der Wirbelsäule des Höhlenbären I. Palaeobiologica 6, 65-110, Wien, Leipzig.
- CAWLEY, M. I. D., CHALMERS, T. M., KELLGREN, J. H., BALL, H., 1972: Destructive lesions of vertebral bodies in ankylosing spondylitis. Ann. Rheum. Dis. 31, 345-358, London.
- COHRS, P., MESSOW, C., 1969: Gelenke. In: JOEST, E.: Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere, 3. Aufl., Bd. I, 220-309, Hamburg und Berlin.
- ELLENBERG, J., KAHLKE, R.-D., 1997: Die quartärgeologische Entwicklung des mittleren Werratal und der Bau der unterpleistozänen Komplexfundstelle Untermaßfeld. In: KAHLKE, R.-D. et al.: Das Pleistozän von Untermaßfeld bei Meiningen (Thüringen), Teil 1. Röm.-Germ. Zentralmus., Monogr. 40,1, 29-62, Mainz.
- FACCINI, J. M., TEOTIA, S. P. S., 1974: Histopathological assessment of endemic skeletal fluorosis. Calc. Tiss. Res. 16, 45-57, Berlin.
- FORESTIER, J., ROTES-QUEROL, J., 1950: Senile ankylosing hyperostosis of the spine. Ann. Rheum. Dis. 9, 321-330, London.
- FORESTIER, J., LAGIER, R., 1971: Ankylosing hyperostosis of the spine. Clin. Orthop. Rel. Res. 74, 65-83, Philadelphia.
- FOX, H., 1939: Chronic arthritis in wild mammals. Trans. Am. Philos. Soc. N.S. 31, 73-149, Philadelphia.
- HARRIS, S., 1977: Spinal arthritis (spondylosis deformans) in the red fox, *Vulpes vulpes*, with some methodology of relevance to zooarchaeology. J. Archaeol. Sci. 4, 183-195, London.
- ISCAN, M. Y., KENNEDY, K. A. R. (eds.), 1989: Reconstruction of life from the skeleton. XV + 315 S., New York.
- KAHLKE, H.-D., 1982: *Hippopotamus antiquus* DESMAREST, 1822 aus dem Pleistozän von Meiningen in Südthüringen (Bezirk Suhl). Z. geol. Wiss. 10, 943-949, Berlin.

- KAHLKE, R.-D., 1985: Altpleistozäne *Hippopotamus*-Reste von Untermaßfeld bei Meiningen (Bezirk Suhl, DDR) (Vorläufige Mitteilung). Säugetierkd. Inf. 2, 227-233, Jena.
- , 1991: Grabungssituation in Untermaßfeld. *Cranium* 8, 13-14, Dieren.
- , 1995a: Untermaßfeld near Meiningen – Early Pleistocene fauna. In: SCHIRMER, W. (ed.): Quaternary field trips in Central Europe. Volume 2. Field trips on special topics. 730-732, München.
- , 1995b: Internationale Forschungsgruppe Untermaßfeld. *Mitteilungsbl. Thür. Geol. Ver.* 5, 51-53, Erfurt.
- , 1997 a: Zur Entdeckungs- und Erforschungsgeschichte der unterpleistozänen Komplexfundstelle Untermaßfeld. In: KAHLKE, R.-D. et al.: Das Pleistozän von Untermaßfeld bei Meiningen (Thüringen), Teil 1. Röm.-Germ. Zentralmus., Monogr. 40,1, 1-28, Mainz.
- , 1997 b: Bisheriger Gesamtbefund zur Geologie, Paläozoologie, Taphonomie, Ökologie und Stratigraphie der unterpleistozänen Komplexfundstelle Untermaßfeld. In: KAHLKE, R.-D. et al.: Das Pleistozän von Untermaßfeld bei Meiningen (Thüringen), Teil 1. Röm.-Germ. Zentralmus., Monogr. 40,1, 385-418, Mainz.
- , im Druck: Overview and first quantitative data on the taphonomy of the Lower Pleistocene fossil site of Untermaßfeld (Thüringen, Germany). *ESF/RGZM, Proc. Symp. „The role of early humans in the accumulation of European Lower and Middle Palaeolithic bone assemblages“*, *Analecta Praehistorica Leidensia*, Leiden.
- , in Vorb.: Verbesserte geologische Standardprofile zur unterpleistozänen Komplexfundstelle Untermaßfeld. In: KAHLKE, R.-D. et al.: Das Pleistozän von Untermaßfeld bei Meiningen (Thüringen), Teil 2. Röm.-Germ. Zentralmus., Monogr. Mainz.
- KAHLKE, R.-D., MANIA, D., 1995: Komplexe Interglazialfundstellen Thüringens. In: EISSMANN, L., LITT, T. (Hrsg.): Das Quartär Mitteleuropas. Ein Leitfaden und Exkursionsführer. Mit einer Übersicht über das Präquartär des Saale-Elbe-Gebietes. *Altenbg. nat. wiss. Forsch.*, 27. DEUQUA-Tagg. in Leipzig, 7, 357-377, Altenburg.
- KEILER, J.-A., 1995: Bergung und Präparation pleistozäner Wirbeltierreste unter Berücksichtigung des Fossilmaterials der Komplexfundstelle Untermaßfeld (Südthüringen). *Restaurierung und Museumstechnik* 12, 31 S. + Tafelanh., Weimar.
- LAGIER, R., 1989: Spinal hyperostosis in comparative pathology. A useful approach to the concept. *Skeletal Radiol.* 18, 99-107, Berlin.
- LAGIER, R., BAUD, C. A., 1978: Diffuse enthesopathic hyperostosis – anatomical and radiological study on a macerated skeleton. *Fortschr. Röntgenstr.* 129, 588-597, Stuttgart.
- MAUL, L., 1990: Biharische Kleinsäugerfunde von Untermaßfeld, Voigtstedt und Süßenborn und ihre chronologische Stellung im Rahmen der biharischen Micromammalia-Faunen Europas. *Diss. Humboldt-Univ. Berlin*, 138 + XX S., Berlin.
- MILLER, E., RAGSDALE, B. D., ORTNER, D. J., 1996: Accuracy in dry bone diagnosis: a comment on palaeopathological methods. *Int. J. Osteoarch.* 6, 221-229, Chichester.
- MITHAL, A., TRIVEDI, N., GUPTA, S. K., KUMAR, S., GUPTA, R. K., 1993: Radiological criteria of endemic fluorosis: relationship with calcium intake. *Skeletal Radiol.* 22, 257-261, Berlin.
- MORGAN, P., 1967: Spondylosis deformans in the dog. *Acta Orthop. Scand. Suppl.* 96, 1-88, Kopenhagen.
- MUSIL, R., in Vorb.: Die Ursiden-Reste aus dem Unterpleistozän von Untermaßfeld. In: KAHLKE, R.-D. et al.: Das Pleistozän von Untermaßfeld bei Meiningen (Thüringen), Teil 2. Röm.-Germ. Zentralmus., Monogr. Mainz.
- OPPENHEIMER, A., 1942: Calcification and ossification of vertebral ligaments (spondylitis ossificans ligamentosa): roentgen study of pathogenesis and clinical significance. *Radiology* 38, 160-173, Syracuse.
- OTT, V. R., 1953: Über die Spondylosis hyperostotica. *Schweiz. Med. Wschr.* 83, 790-799, Basel.
- RESNICK, D., 1995: *Diagnosis of bone and joint disorders*, 3rd edition. 6 vols. XIX + 4622 S. + Index, Philadelphia.
- RESNICK, D., NIWAYAMA, G., 1976: Radiographic and pathologic features of spinal involvement in diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH). *Radiology* 119, 559-568, Syracuse.
- , 1995: Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH): Ankylosing hyperostosis of Forestier and Rotes-Querol. In: RESNICK, D. (ed.): *Diagnosis of bone and joint disorders*, 3rd edition. 1463-1495. Philadelphia.
- RESNICK, D., SHAUL, S. R., ROBINS, J. M., 1975: Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH). Forestier's disease with extraspinal manifestations. *Radiology* 115, 513-524, Syracuse.
- ROGERS, J., WATT, I., DIEPPE, P., 1985: Paleopathology of spinal osteophytosis, vertebral ankylosis, ankylosing spondylitis, and vertebral hyperostosis. *Ann. Rheum. Dis.* 44, 113-120, London.
- ROHOLM, K., 1937: Fluorine intoxication, a clinical-hygienic study with a review of the literature and some experimental investigations. 364 S., Copenhagen.
- ROTHSCHILD, B. M., MARTIN, L. D., 1993: *Paleopathology: Disease in the fossil record*. 386 S., Boca Raton.
- SHUPE, J. L., OLSON, A. E., 1983: Clinical and pathological aspects of fluoride toxicosis in animals. In: SHUPE, J. L., PETERSON, H. B., LEONE, N. C. (eds.): *Fluorides-Effects on vegetation, animals and humans*. 319-338, Salt Lake City.

- SINGH, A., DASS, R., HAYREH, S. S., JOLLY, S.S., 1962: Skeletal changes in endemic fluorosis. *J. Bone Joint Surg.* 44B, 806-815, London.
- SMITH, C. F., PUGH, D. G., POLLEY, H. F., 1955: Physiologic vertebral ligamentous calcification: An aging process. *Am. J. Roentgenol.* 74, 1049-1058, New York.
- SOKOLOFF, L., SNELL, K. C., STEWART, H. L., 1968: Spinal ankylosis in old Rhesus monkeys. *Clin. Orthop. Rel. Res.* 61, 285-293, Philadelphia.
- SORIANO, M., MANCHON, F., 1966: Radiological aspects of a new type of bone fluorosis; periostitis deformans. *Radiology* 87, 1089-1094, Syracuse.
- STECHEER, R. M., 1963: Osteoarthritis or ankylosing lesions of the spine: Anatomic description of two bears and a bull. *Clin. Orthop. Rel. Res.* 28, 152-162, Philadelphia.
- STECHEER, R. M., GOSS, L. J., 1961: Ankylosing lesions of the spine of the horse. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 138, 248-255, Chicago.
- SUTRO, C. J., EHRLICH, D. E., WITTEN, M., 1956: Generalized juxta-articular ossification of ligaments of the vertebral column and of the ligamentous and tendinous tissues of the extremities (also known as Bechterew's disease, osteophytosis and spondylosis deformans). *Bull. Hosp. Joint Dis.* 17, 343-357, New York.
- TIEDEMANN, R., SARNTHEIN, M., SHACKLETON, N. J., 1994: Astronomic timescale for the Pliocene Atlantic $\delta^{18}O$ and dust flux records of Ocean Drilling Program site 659. *Paleoceanography* 9, 619-638, Washington.
- TORRES, T. de, 1988: Osos (Mammalia, Carnivora, Ursidae) del Pleistoceno de la Peninsula Ibérica. *Publ. esp. del Bol. Geol. Min.*, X + 316 S., Madrid.
- WANG, Y., YIN, Y., GILULA, L. A., WILSON, A. J., 1994: Endemic fluorosis of the skeleton. Radiographic features in 127 patients. *Am. J. Roentgenol.* 162, 93-98, Baltimore.
- WIEGANK, F., 1997: Paläomagnetische Charakteristik des Unterpleistozäns von Untermaßfeld. In: KAHLKE, R.-D. et al.: *Das Pleistozän von Untermaßfeld bei Meiningen (Thüringen)*, Teil 1. *Röm.-Germ. Zentralmus., Monogr.* 40,1, 63-69, Mainz.
- WOODARD, J. C., POULOS, P. W., BARKER, R. B., JACKSON, R. I., EURELL, J. C., 1985: Canine diffuse idiopathic skeletal hyperostosis. *Vet. Pathol.* 22, 317-326, Washington.