

## Empfehlungen für die forensische Geschlechts- und Altersdiagnose am Skelett

Rösing FW, Graw M, Marré B, Ritz-Timme S, Rothschild MA, Röttscher K,  
Schmeling A, Schröder I, Geserick G

### **Einleitung**

In den letzten Jahren ist recht schnell die Zahl der Arbeiten zur Standardisierung, Professionalisierung und Institutionalisierung von forensischen Arbeitsbereichen angestiegen. Ein wichtiger Teil davon sind Empfehlungen für die praktische Arbeit, die gleichzeitig zur Prüfung von bereits geleisteten Arbeiten darauf hin dienen, ob sie *lege artis* entstanden sind. Den Beginn markieren Empfehlungen in der forensischen Chemie (Bonte ua 1997). Der erste klassische Bereich war die Identifikation nach Bildern (Buhmann ua 1999), dann folgten die Empfehlungen für die Altersdiagnose beim Lebenden (Schmeling ua 2001, Ritz-Timme ua 2002, Lockemann ua 2004). In dieser Reihe stehen auch diese Empfehlungen, sie wurden im Arbeitskreis forensische Altersdiagnostik AGFAD erarbeitet. Sie haben einen wichtigen Vorläufer, die europäischen Empfehlungen (Ferembach ua 1979), die in der Anthropologie für historische Skelette erarbeitet worden waren.

Die hier vorgelegten Empfehlungen weichen von den bisherigen der AGFAD insofern ab, als die Geschlechtsdiagnose mit einbezogen wird. Das ist hier eine Notwendigkeit, die sich aus der Sache ergibt, am Skelett ist stets beides zu bestimmen. Außerdem bedingen sich die beiden Diagnosen gegenseitig, es gibt geschlechtsabhängige Altersindikatoren und altersabhängige Geschlechtsindikatoren.

An detaillierter und weiterführender Literatur zur Geschlechts- und Altersdiagnostik seien folgende Übersichten empfohlen, in der Reihenfolge ihrer Bedeutung: Krogman & Iscan 1986, Knussmann 1988, Saunders & Katzenberg 1992, Kemkes-Grottenthaler 2002. Es gibt zahlreiche weitere Methodenfibeln, die aber meist nur mit Vorsicht zu benutzen sind. Auf die guten monografischen Überblicke und vor allem auf die Originalliteratur ist stets zurück zu greifen, bevor Diagnosen gestellt werden, denn hier wird kein Kurzlehrbuch zusammen gestellt, sondern Empfehlungen gegeben, die der praktischen Arbeit wie auch deren Beurteilung dienen sollen.

### **Vorarbeiten**

Bei der forensischen Untersuchung eines Skelettes ist zuerst die *Individualität* zu prüfen, also die Frage, ob die Skeletteile zu einem einzigen Individuum gehören können. Dafür lassen sich die Passform an Gelenken und Bruchkanten, die Spuren der muskulären Robustizität und die Ausprägung von Größenmerkmalen verwenden (Rösing & Pischtschan 1995, Ubelaker 2002), in besonders gelagerten Fällen sowie zur Überprüfung und Bestätigung auch molekularbiologische Polymorphismen.

Des Weiteren ist zu prüfen, ob sich Anzeichen für *Krankheiten* finden, die insbesondere über eine allgemeine Größenveränderung die morphologische Geschlechtsdiagnose beeinflussen können. Hier ist vor allem an Entwicklungsstörungen zu denken. Umgekehrt kann auch einmal das Auftreten einer Veränderung als zusätzlicher Hinweis auf ein Geschlecht dienen: zB kommt die Hyperostosis frontalis interna wesentlich häufiger bei Frauen vor.

Im forensischen Alltag der Skelettidentifikation sind institutionelle Irrläufer häufig: historische Reste, bei deren Fund aber nicht das eigentlich zuständige *Denkmalamt*, sondern die Polizei gerufen wurde. Auch kommt es recht häufig vor, dass umgelagerte Knochen aus dem Aushub von Friedhöfen gefunden werden. Die genauen Auffindeumstände sowie Informationen zum Fundort selbst (zB alte Begräbnisstätte, Schlachtfeld, Hochgericht etc) sollten daher zunächst ermittelt werden, bevor nähere und möglicherweise aufwändige Untersuchungen begonnen werden.

## **Geschlecht**

Die Vielzahl der entwickelten Methoden lässt sich zwanglos gliedern in einerseits solche, die rasch und einfach Ergebnisse liefern, aber einen höheren Fehler haben, und umgekehrt solche, die einen hohen Arbeits- und Geräteaufwand fordern, aber zuverlässiger sind. Aus dieser Einteilung ergibt sich die Empfehlung des zweistufigen Vorgehens: Im Sinne eines „ersten Angriffs“ werden zunächst die einfachen Feldmethoden angewandt, im „zweiten Angriff“ die aufwändigen Labormethoden. Die einfachen Methoden sind die morphologischen, die aufwändigen die molekularbiologischen. Die Entscheidung darüber, ob der zweite Angriff geführt wird, hängt von der Vollständigkeit des Skeletts ab, der Zuverlässigkeit der morphologischen Indikatoren und dem Präzisionsanspruch der Fallgruppe bzw des Auftraggebers – oft aber von einer einfachen praktischen Erwägung: Wenn das Profil der heute als Standard üblichen acht DNS-Marker für die Identifikation erstellt wird, ist es kaum Mehraufwand, die Geschlechtsdiagnose mit Hilfe von Amelogenin und einem Y-chromosomalen Marker gleich mit zu stellen.

Obwohl es beim biologischen Geschlecht des Menschen nur zwei Ausprägungen gibt, ist am Skelett eine *morphologische Diagnose* komplex. Dies liegt zum einen daran, dass geschlechtsbedingte Unterschiede am Skelett nur tertiär sind, zum anderen an der Überschneidung der Verteilung bei den meisten Merkmalen, sodass bei Betrachtung eines einzelnen Merkmals in einem Mittelbereich der Ausprägung keine Unterscheidung möglich ist.

Für die *Gewichtung* der morphologischen Merkmale lässt sich allgemein sagen, dass das Becken wichtiger ist als der Schädel und dass genetisch determinierte Formmerkmale wichtiger sind als tätigkeitsabhängige wie Muskelmarken und reine Streckenmaße. Letztere haben aber den Vorteil, dass sie mit der eleganten Diskriminanzanalyse quantifiziert werden können (van Vark & Schaafsma 1992).

Sowohl die allgemeine Gracilität/Robustizität, als auch die Größe des Geschlechterunterschiedes (Sexualdimorphismus) ist abhängig von der *regionalen Bevölkerung*: wenn ein Bearbeiter zB gleich nach grazilen Ägyptern (oder anderen Mediterranen, Indern etc) robuste Nordeuropäer bearbeitet und seinen Standard nicht ändert, wird er manche Frau falsch als Mann einschätzen. Auch schwankt die Größe des Sexualdimorphismus zwischen Populationen (Ghesquiere ua 1985, Borgognini & Marini 1990), ebenso wie

die Höhe der Interkorrelation zwischen Merkmalen. So ist es eine wichtige Voraussetzung der Geschlechtsdiagnose, die regionale Herkunft des Skeletts einzugrenzen und dann auf Bedarf die vorhandenen Methoden in entsprechender Modifikation anzuwenden.

Beim *Leichenbrand* sind im Prinzip die selben Methoden anzuwenden wie bei unverbrannten Skeletten (Rösing 1977, Wahl 1982, Lange ua 1987); zu berücksichtigen ist aber, dass die vollständige Verbrennung rund 10-12% Schrumpfung verursacht, außerdem häufig starke Verformungen, die manche geschlechtstypischen Formmerkmale verwischen können.

So etwas wie „*Intersex*“, also ein indifferentes Ergebnis der Geschlechtsdiagnose, ist ein ausgesprochen seltenes Phänomen, wenn das Skelett weitgehend erhalten ist, alle Methodenkomplexe angewandt wurden und die Population bekannt ist. Wesentlich häufiger ist, dass bei schlechter Erhaltung des Skeletts einfach nicht mehr genügend Information für eine Diagnose greifbar ist. In solchen Fällen sollten morphologische Arbeiten rasch abgeschlossen werden und molekularbiologische angeschlossen werden.

Bei jedem Skelett und bei Anwendung jeder Methode ist die *Wahrscheinlichkeit* für die Richtigkeit der Diagnose zu bestimmen oder einzuschätzen. Eine echte individuelle und quantitative Bestimmung lässt sich nur bei den Diskriminanzanalysen morphologischer Merkmale vornehmen, dann mit einem Nomogramm, das auf identifizierten Fehlbestimmungen aufbaut (Rösing ua 1995). Bei allen anderen Methoden ist die Richtigkeit durch den Untersucher einzuschätzen, und zwar nach der Erfahrung mit eben dieser Methode.

## **Morphologie Nichterwachsene**

Der größte Teil des Geschlechtsunterschiedes in der Gestalt des Menschen entsteht erst nach der Pubertät. Davor also sind morphologische Bestimmungen weniger treffsicher. Die Stärke der Ausprägung geschlechtstypischer Merkmale ist ein Hinweis auf die Sicherheit der Diagnose. Einmal ist dies sogar quantifiziert worden (Rösing ua 1995). Bei Kindern also ist eine molekularbiologische Geschlechtsbestimmung häufiger anzuschließen.

Das beste (aber dennoch nicht gerade gute) Gestaltmerkmal ist Zahngröße: die Kronen der Zähne entstehen schon früh. So sind die Kronengrößen des ersten bleibenden Schneidezahnes und des ersten bleibenden Molaren bereits im Alter von 3 Jahren in ihrer Größe wie auch beim Erwachsenen ausgebildet. Die Kronengröße wird entweder durch Freipräparieren des Zahnkeims oder durch eine Röntgenaufnahme bestimmt.

Zahlreiche Arbeiten haben diesen Größenunterschied genau erfasst. Bei kleinen Kindern (unter etwa 3 Jahren) sind die Milchzähne zu betrachten, die allerdings nur eine Trefferquote bei der Referenzgruppe selbst in den 60er % haben (Ditch & Rose 1972). Danach sind es die bleibenden Zähne, mit einer Richtigkeitsziffer in den unteren 80er % (jüngste Arbeit: Rösing ua 1995, dort weitere Literatur).

Nach den Zähnen lassen sich auch mehrere Merkmale am Schädel und Becken verwenden (Schutkowski 1993), freilich mit einer nochmals geringeren Trefferquote, außerdem nicht in jeder Population (Majo ua 1993).

## **Morphologie Erwachsene**

Im folgenden wird zunächst das Becken, dann der Schädel abgehandelt und schließlich die übrigen Regionen und Methoden, und zwar bezüglich der bisher erarbeiteten Kenntnisse. Es bleibt aber festzuhalten, dass das biologische Geschlecht eine so wichtige und tiefgreifende Eigenschaft ist, dass sie im Prinzip mit allen anderen Strukturen auch rekonstruiert werden kann.

Wegen der Nähe des knöchernen Beckens zur Reproduktionsfunktion haben dort manche Merkmale ein höheres Gewicht als beim Schädel.

Im Folgenden wird eine Minimalliste von Merkmalen gegeben. Dabei werden nach der breiten Erfahrung mit großen historischen Serien, jüngeren Veröffentlichungen (zB Steyn ua 2004) und dem Konsens in der Anthropologie Gewichtungsziffern vergeben, \*\*\*\* bedeuten dabei höchstes Gewicht.

- Angulus pubis\*\*\*\*. ? : weniger als 90°, ? : mehr als 90°, und die Äste sind konkav gebogen (Geburtskanal!).
- Arc composé\*\*\*. Beim ? trifft der Bogen vorn auf die Facies, bei der ? erst hinten.
- Diskriminanzanalyse\*\*\* zur gleichzeitigen Beurteilung mehrerer Streckenmaße (Sjøvold 1988)
- Incisura ischiadica maior\*\*. ? : engerer Einschnitt, aber Scheitel der Kurve stärker gerundet, ? : offenerer Winkel mit Knick am Scheitel. Außerhalb Europas oft unzuverlässig.
- Foramen obturatum\*\*. ? hoch und stärker gerundet, ? breit und eher dreieckig.

- Acetabulum<sup>\*\*</sup>. ? deutlich größer als ?
- Sulcus praeauricularis<sup>\*\*</sup>: ? wenn vorhanden; wenn nicht vorhanden, ist keine Aussage zu treffen.

Daneben gibt es noch weitere Formmerkmale, siehe die Spezialliteratur, insbesondere der Klassiker Novotny (1982).

Insbesondere beim Schädel ist die Ausprägung von geschlechtsspezifischen Merkmalen bevölkerungsabhängig, die reinen Größenmerkmale mehr, manche Formmerkmale weniger. Manche Merkmale trennen nur bei bestimmten Herkunftsgruppen, so die Ramusbiegung für Schwarzafrikaner (Loth & Henneberg 1996, Troeger 1996, Kemkes ua 2002).

Da sich nicht alle Einflussgrößen eingrenzen lassen, wird empfohlen, *alle Merkmale* und Strukturen einzubeziehen, die erkennbar sind.

Merkmale:

- Glabella und Arcus superciliares<sup>\*\*\*</sup>: ? vorgewölbt und reliefreich, ? glatter.
- Margo supraorbitalis<sup>\*\*\*</sup>: ? gerundet, ? scharfgratig
- Jochbogen und Crista supramastoidea<sup>\*\*\*</sup>: ? dick, scharfgratig, ? dünn, rundlich
- Diskriminanzanalyse mit Schädelmaßen<sup>\*\*\*</sup> (Sjøvold 1988)
- Orbitaform<sup>\*\*</sup>: ? rechteckig, niedrig, ? rund, hoch
- Stirnform <sup>\*\*</sup>: ? fliehend, kaum Höcker, ? steil, eher Höcker
- Os zygomaticum<sup>\*\*</sup>: ? großflächig, reliefiert, ? klein, glatt
- Planum nuchale<sup>\*\*</sup>: ? reliefreich, ? glatt
- Angulus mandibulae<sup>\*\*</sup>: ? Eversion und Muskelmarken, ? glatt
- Diskriminanzanalyse mit Zahnmaßen<sup>\*\*</sup> (Rösing ua 1995)
- Processus mastoideus<sup>\*\*</sup>: ? groß und reliefiert, ? klein und glatt
- Mentum mandibulae<sup>\*</sup>: ? betont, oft dreieckig, ? glatt, rund
- allgemeine Größe<sup>\*</sup> in Sichteinschätzung. ? größer als ?

Über das bisher benannte Grundinventar an morphologischen Methoden hinaus gibt es noch eine Fülle von Spezialmethoden, die immer dann von Bedeutung sind, wenn Teile des Skelettes isoliert aufgefunden wurden oder der Erhaltungszustand schlecht ist. Überall am Skelett nämlich lassen sich die überaus vielgestaltigen Größen- und Formunterschiede zwischen Mann und Frau beurteilen, so zB bei Gehörknöchelchen, Pars petrosa ossis temporalis (Graw ua 2003), Femurkopf (Gehring ua 2002) oder Calcaneus. Hierzu sei auf die oben zitierten Lehrbücher und die Spezialliteratur verwiesen.

## **Molekularbiologie**

Die Treffsicherheit der Molekularbiologie ist höher als die der Morphologie: In Blindbestimmungen und bei späterer Überprüfbarkeit treffen die Ergebnisse sehr häufig das tatsächliche Geschlecht. Auch gibt es hier nicht die vielen und oft schwer einschätzba-

ren systematischen Einflüsse der Morphologie. Bei der Methodik der Extraktion kurzzeitiger Merkmale aus der degradierten DNS in Skeletten helfen die Erfahrungen mit prähistorischen Knochen (Meyer ua 2000). Dem Nutzen aber stehen auch Nachteile entgegen: Hoher apparativer Aufwand und oft lange Wartezeiten; häufig (nach Angaben verschiedener Labore zwischen einem und zwei Dritteln der Bestimmungsversuche) wird bei Knochen auch kein oder kein klares Ergebnis erreicht; Bestimmungen ohne Ergebnis kommen bei Kindern nochmals häufiger vor (Townsend 2004). So lässt sich bei vollständigem Skelett und aussagekräftiger morphologischer Diagnose prinzipiell darauf verzichten. In der Praxis aber stellt sich oft die Frage gar nicht, ob ein „zweiter Angriff“ gemacht werden soll, denn er wird zusammen mit den Bestimmungen für die Identifikation erledigt.

Die stochastische Ungenauigkeit der Morphologie gibt es in der Molekularbiologie nicht, dagegen einige qualitative Probleme: Kontamination mit DNS von Bearbeitern des Skeletts; Interkontamination zwischen Skeletten und Leichen bei Massengräbern; störende Substanzen (Inhibitoren Erde, Textilfarben, Formol); ante-mortem-Proben nicht erreichbar; unzureichende Substanzmenge; bei ante-mortem-Vergleich mit Verwandten Neumutation. Diese Probleme sind durch die strengen Qualitätssicherungsmaßnahmen zu lösen, denen forensische Labore heute unterliegen. Spezialisierte Labore gibt es heute in praktisch jedem Kriminalamt und Institut für Rechtsmedizin, außerdem in mancher Blutbank und bei einigen niedergelassenen Laborärzten. Bei der Auswahl des Labors, in dem molekularbiologische Bestimmungen am Skelett gemacht werden sollen, ist dessen Kenntnis der Methodenvarianten für degradierte DNS wichtig.

## **Alter**

Auch bei der Altersdiagnose können die entwickelten Methoden in zwei Klassen eingeteilt werden, die einfachen aber ungenauen und die aufwändigen aber genauen. Letztere sind vor allem die Bestimmung der Razemisierung der Asparaginsäure und die Auszählung der Zahnzementringe. Die einfachen Methoden werden im „ersten Angriff“ verwendet, die genauen im „zweiten Angriff“. Die Entscheidung darüber, ob ein zweiter Angriff überhaupt gestartet wird, ergibt sich aus den ersten Befunden: Wenn zu schließen ist, dass die Menschenreste historisch sind oder verstreute Teile aus einem heutigen Friedhof, so erübrigt sich alles Weitere. Ein guter und durchaus häufig zu findender Indikator für lange Erdlagerung ist zB die Grundwassergrenze im Schädelinneren. Weitere qualitative Indikatoren für eine Unterscheidung zwischen historisch und rezent: Schädelform wg Brachykephalisation im Hochmittelalter; starke Zahnabrasion und wenig Karies für das jeweilige Alter wg vormodern hohem Hartstoffanteil der Nahrung; schwere Karies ohne jeden zahnmedizinischen Eingriff; Verfärbungen von Metallsalzen, die auf Beigaben zurück zu führen sind. Die einzige heute greifbare quantitative Methode der Liegezeitbestimmung mit Radiocarbon ist aufwändig und teuer (Lux und Rösing 1996).

Ganz allgemein gilt, dass man am Skelett nur ein physiologisches Alter bestimmen kann; der Schluss auf das chronologische ist mit einem Fehler behaftet. Des weiteren gilt meist die allgemeine Regel, dass die Altersdiagnose mit steigendem Alter schwieriger wird; statistisch gesehen heißt das, dass die Mutungsspanne (Schätzfehler, Toleranz) ansteigt. Bei der Anwendung von Methoden tritt häufig ein biologischer Effekt auf, die Regression zur Mitte: niedrige Alter werden überschätzt und hohe unterschätzt.

Wichtig für die Anwendung von Methoden ist auch die Altersverteilung der Referenzgruppe: weicht sie stark von der Anwendungsgruppe ab, kann dies systematische Fehler zur Folge haben (Bocquet-Appel et Masset 1977, 1982).

### **Nichterwachsene**

Bei Kindern ist die Methode der Wahl die *Mineralisation der Zähne*. Dabei ist der alveolare Durchbruch weniger nutzbar, weil er besonders variabel ist. Wichtiger sind Stadien der Mineralisation wie ausgewachsene Krone oder Wurzel.

Für das Milchgebiss gibt es Standardwerte von Liversidge (1993). Für das bleibende Gebiss am besten anwendbar sind die Standards von Haaviko 1970, Demirjian ua 1976, oder Kahl & Schwarze 1988 (Überblicke: Liversidge ua 1998, Röttscher 2000, s.a. Kemkes-Grottenthaler 2002). Hier einmal ist die säkulare Akzeleration, die Beschleunigung der ontogenetischen Entwicklung in Folge der gesellschaftlichen Modernisierung, ohne nennenswerte Wirkung (Herdeg 1992).

Auch die Länge der Längsknochen ist geeignet, wenn auch der Fehler höher liegt als bei den Zähnen (Stloukal & Hanakova 1978 in Ferembach ua 1979, Scheuer & Black 2000). Bei der Körperhöhe aber wirkt die säkulare Akzeleration sehr stark. Zwischen der Mitte des 19. Jh und heute hat sie in Europa durchschnittlich um 16 bis 18 cm zugenommen, je nach Land und Nachweislage. Daraus folgt, dass die Liegezeit- und Herkunftsbestimmung einer forensischen Altersdiagnose nach den Längsknochenlängen voraus gehen muss. Treffen die Standardtabellen nicht genau, muss korrigiert werden, wobei es dafür aber noch keine erarbeitete Quantifizierung gibt.

Bei Jugendlichen ist der bevorzugte biologische Prozess die Entwicklung der Epiphysen. In der historischen Osteologie ist das Schema von Ubelaker (1974) weit verbreitet, es ist aber auf forensische Skelette nicht gut anwendbar, weil es historische Skelette betrifft, die aus einer anderen Region als Mitteleuropa stammen und weil es schon zu lange zurück liegt und damit den heutigen Akzelerationsstand in Europa nicht trifft. Hier sind jüngere zu empfehlen, so besonders Scheuer & Black 2000. Weiterhin ist auch hier die Mineralisation der Zähne verwendbar.

### **Erwachsene**

Die Alterung des Erwachsenen ist ein auch noch gut verankerter *biologischer Prozess* mit Korrelation zur Zeit, so die allgemeine Abnutzung (fassbar bei Zähnen und Gelenken), der Knochenabbau (besonders erarbeitet bei der Spongiosa der Epiphysen von Langknochen), der histologischen Veränderung (bei Zähnen wie Knochen), der Veränderung von Gelenken (Arthrose, Spondylose, Beckensymphyse) und des chemischen Zerfalls (Razemisierung der Asparaginsäure). Hier gibt es eine sehr hohe Zahl von Methoden und Varianten – was auch Ausdruck der Schwierigkeit der Diagnose und der Unzufriedenheit mit bisherigen Methoden ist.

Das entscheidende Kriterium für die Einschätzung des Wertes einer Methode ist der Schätzfehler (Mutungsspanne, Toleranzbereich oä, Rösing 2001), also eine Maßzahl der Breite der Streuung in der Referenzstichprobe. Der erfahrene Praktiker setzt auch

gern noch einen empirischen Fehler hinzu, und zwar umso mehr, je schwieriger die Methode ist, aber das ist nicht mehr quantifizierbar.

- Zuerst gibt es eine Gruppe von zwei guten Methoden. An erster Stelle steht die Razedisierung der Asparaginsäure; die bisherigen Referenzarbeiten ergeben einen durchschnittlichen regressiven Schätzfehler von 2,1 Jahren (Rösing & Kvaal 1998, Ritz ua 2000). Nach längerer Liegezeit steigt dieser Fehler, was aber bisher nicht genau quantifizierbar ist. Einmal ist die Präzision dieser Methode auch direkt mit den morphologischen verglichen worden (Liversidge ua 2003), dabei wurde die Überlegenheit der Razedemat-Methode bestätigt.

- Die zweite gute Methode ist die Zahl der Zahnzementringe (Rösing & Kvaal 1998, Jankauskas ua 2001, Kagerer & Grupe 2001, Wittwer ua 2004); der durchschnittliche Schätzfehler der bisher 12 Referenzarbeiten beträgt 4,0 Jahre.

- Die Gruppe der mäßig guten Methoden umfasst die Kombination mehrerer histologischer Merkmale von Knochen (Kerley 1965, Uytterschaut 1985) und mehrerer histologischer, radiologischer und makroskopischer Merkmale von Zähnen (Gustafson 1947, Solheim 1993, Kvaal & Solheim 1994, Valenzuela ua 2002, Soomer ua 2003). Der Schätzfehler der zahlreichen bisherigen Arbeiten liegt im Bereich um 68 Jahre. Die zugrundeliegenden Einzelmerkmale der Zähne (Abrasion, Sekundärdentin in der Pulpa, Periodontium, Wurzelapposition, Wurzelresorption, Wurzeltransparenz, Zahnfarbe, Längen und Durchmesser von Zähnen und deren Teile) sind auch manchmal allein verwendet worden, davon aber ist für die forensische Praxis abzuraten, denn dann liegt der Schätzfehler prinzipbedingt höher und die vorhandene Information wird nicht ausreichend genutzt. Bei der Histologie taucht das zusätzliche Problem auf, dass die Liegezeit einen Einfluss ausübt (Mandojana ua 2001): bei kürzerer Liegezeit ergeben sich höhere Messwerte und damit niedrigere Alter.

- Drittrangig sind die kombinierte Methode nach Nemeskéri (Acsádi & Nemeskéri 1970), die Beckensymphyse (Krogman & Iscan 1986, Katz & Suchey 1986, 1989) oder auch die mediale Clavicula (Szilvássy 1977, Kreitner ua 1998). Die Drittrangigkeit ergibt sich auch daraus, dass manche der Referenzarbeiten (zB Nemeskéri) weder einen Schätzfehler noch eine Korrelation zum Alter geben. Allgemeine Erfahrung, indirekte Argumente und unveröffentlichte Prüfungen (M Kunter, Gießen, pers Mitt) deuten auf einen Schätzfehler oberhalb von 10 Jahren. – Drittrangig, das sei hier ausdrücklich nochmals betont, heißt nicht sinnlos, vielmehr sind dies Methoden, die routinemäßig für eine rasche Sichteinschätzung eingesetzt werden. Fälle mit anschließender Verifizierung durch die Identifikation zeigen oft erstaunlich gute Ergebnisse.

- In der Forensik sind schließlich Schädelnähte (zB Bocquet ua 1979), Zahnabrasion (Miles 1963, Kim ua 2000) und Zahnzahl (Lindemaier ua 1989, Rosenberg & Rösing in Rösing & Kvaal 1998) nur noch für eine grobe Orientierung verwendbar; deren höher stochastischer Fehler sollte explizit benannt und eine verlässlichere Methode ausgeschlossen werden. – Bei der Veränderung von Rippenenden (Iscan ua 1984, Oettle & Steyn 2000, Yoder ua 2001) ist generell Vorsicht angebracht, denn dies ist ein Merkmal, das offenbar stark von Tätigkeitsmustern beeinflusst wird.

Wegen der Schwierigkeit der Diagnose ist auch hier sehr zu empfehlen, in einem forensischen Fall mehrere Indikatoren des Alters zu berücksichtigen, insbesondere die guten



oder mäßig guten. Es ist sinnvoll, zuerst die rasch bestimmbaren Merkmale zu betrachten, und die besseren, aber zeitaufwändigen erst auf Bedarf anzuschließen.

## **Schluss**

Die Methoden für die Untersuchung von Skeletten mit forensischer Bedeutung basieren zum größten Teil auf denjenigen, die für historische Skelette entwickelt wurden (oft aber mit rezentem Material). Dort aber können Diagnosen nur ganz selten überprüft werden, dort auch gibt es einen geringeren Druck in Richtung Präzision und Quantifizierung als in der Forensik. Daher gelten diese Empfehlungen auch für historische Skelette.

Wegen der hohen Komplexität der Geschlechts- und Altersdiagnose muss der Bearbeiter eines unbekannten Skeletts nicht nur profunde *Kenntnisse* über die theoretischen Grundlagen, sondern auch detaillierte *Anleitung* bekommen haben und *Erfahrung* gesammelt haben. Eine Bestimmung ohne diese drei unerlässlichen Voraussetzungen enthält ein Fehlbestimmungsrisiko, das für die Forensik zu hoch ist.

Die *Qualitätssicherung* bei der forensischen Skelettidentifikation ist sowohl in der Gerichtsanthropologie als auch in der Gerichtsmedizin ein noch vollständig offenes Problem, es haben sich noch keine institutionellen Strukturen dafür gebildet.

Wie bei allen Arbeiten an Menschenresten ist auch beim Skelett eine sachbezogene *Ethik* zu beachten. Skelette und Skeletteile sind mit Respekt zu behandeln. Auch sollte immer daran gedacht werden, dass Gefühle wie Interessen anderer Menschen tangiert sein können, insbesondere die von Angehörigen.

Alle Arbeiten im forensischen Bereich, so auch die am Skelett, sind wissenschaftlich und nach den Kriterien für die Qualitätssicherung zu gestalten, dh vor allem die Auswahl besonders geeigneter Methoden, die Optimierung aller Arbeitsschritte und die sorgfältige Dokumentation der Schritte wie der Ergebnisse. Beim Bericht über die Arbeiten, meist also im Gutachten, sollten weiterhin diese Elemente der Arbeit beschrieben werden. Im Gutachten muss weiterhin sorgfältig die Zuverlässigkeit des Ergebnisses besprochen werden, auf der theoretischen Grundlage der Methodik wie auf der praktischen des einzelnen Falles.

Diese Empfehlungen werden auf Bedarf aktualisiert, neue Fassungen werden im Netz greifbar sein: <http://www.charite.de/rechtsmedizin/agfad/>

## **Literatur**

Acsádi G, Nemeskéri J (1970) History of Human Life Span and Mortality. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Bocquet-Appel J-P, Masset C (1977) Estimateurs en paléodémographie. L'homme 17, 65-90.

Bocquet JP, Maia Neto MA, Xavier de Moraes MH, Tavares da Rocha MA (1979) Estimation de l'âge au décès des squelettes d'adultes par régressions multiples. Contr Est Anthropol 10, 107-167.

Bocquet-Appel J-P, Masset C (1982) Farewell to paleodemography. J Hum Evol 11, 321-333.

Bonte W, Daldrup T, Grüner O, Heifer U, Iffland R, Schütz H, Wehner HD (1997) Richtlinien für die Blutalkoholbestimmung für forensische Zwecke.

<http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/MedFak/rechtsm/aktmeld/meld10.html>

Borgognini Tarli SM, Marini E (1990) Annotated Bibliography on Sexual Dimorphism in Primates. ETS Editrice, Pisa.

Buhmann D, Helmer RP, Jaeger U, Jürgens HW, Knussmann R, Rösing Fw (Vors.) Schmidt HD, Szilvássy J, Ziegelmayer G (1999) Standards für die anthropologische Identifikation lebender Personen auf Grund von Bilddokumenten. Grundlagen, Kriterien und Verfahrensregeln für Gutachten. *Anthrop Anz* 57/2, 185-191; *Dt Autorecht* 4/99, 188-189; *Kriminalistik* 4/99, 246-248; *Neue Z Strafrecht NStZ* 1999/5, 230-232; *Rechtsmed* 9, 152-154. Jüngere Fassungen in <http://foto-identifikation.de>

Demirjian A, Goldstein H (1976) New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Ann Hum Biol* 3, 411-421.

Ditch LE, Rose JC (1972) A multivariate dental sexing technique. *Am J Phy Anthrop* 37, 61-64.

Ferembach D, Schwidetzky I, Stloukal M (1979) Empfehlungen für die Alters- und Geschlechtsdiagnose am Skelett. *Homo* 30, (1)-(32). (in english in *J Hum Evol*, en français dans les *BMSAP*, in italiano in *Riv di Antrop*)

Gehring K-D, Haffner HT, Weber D, Graw M (2002) Investigations on the reliability of determining an individual's age from the proximal femur. *Homo* 52/3, 214-220.

Ghesquiere J, Martin RD, Newcombe F, ed (1985) Human Sexual Dimorphism. Symposia of the Society for the Study of Human Biology 24, Taylor & Francis, London.

Graw M, Schulz M, Wahl J (2003) A simple morphological method for gender determination at the petrous portion of the os temporalis. *Forensic Sci Int* 136 Suppl.1: 165-166.

Gustafson G (1947) Åldersbestämningar på tänder. *Odont Tidskr* 54, 470-79. (1950 in English: Age determination of teeth. *J Am Dental Assoc* 41,45-54) (1955 auf Deutsch: Altersbestimmungen an Zähnen. *Dt Zahnärztl Z* 10, 1763-68)

Haavikko K (1970) The formation and alveolar and clinical eruption of the permanent teeth, an orthopantomographic study. *Proc Finn Dent Soc* 66, 104-170.

Herdeg B (1992) Die Zahnentwicklung beim Menschen. Kritische Analyse der bisherigen Zahlen und Z-tierreihen. Dissertation Zahnmedizin Ulm.

Iscan MY, Loth SR, Wright RK (1984) Age estimation from the rib by phase analysis: white males. *J Forensic Sci* 29(4), 1094-1104.

Jankauskas R, Barakauskas S, Bojarun R (2001) Incremental lines of dental cementum in biological age estimation. *Homo* 52/1, 59-71.

Kagerer P, Grupe G (2001) On the validity of individual age-at-death diagnosis by incremental line counts in human dental cementum. Technical considerations. *Anthrop Anz* 59/4, 331-342.

Kahl B, Schwarze CW (1988) Aktualisierung der Dentitionstabelle von I Schour und M Massler von 1941. *Fortschr Kieferorthop* 49, 432-443.

Katz D, Suchey JM (1986) Age determination of the male os pubis. *Am J Phys Anthrop* 69/4, 427-35.

Katz D, Suchey JM (1989) Race differences in pubic symphyseal aging patterns in the male. *Am J Phys Anthrop* 80/2, 167-72.

Kemkes-Grottenthaler A, Lobig F, Stock F (2002) Mandibular ramus flexure and gonial eversion as morphologic indicators of sex. *Homo* 53/2, 97-111.

Kemkes-Grottenthaler A (2002) Aging through the ages: historical perspectives on age indicator methods. In Hoppa Rd, Vaupel JW, ed: *Paleodemography. Age Distributions from Skeletal Samples*. Cambridge Univ Press, Cambridge, 48-72.

Kerley ER (1965) The microscopic determination of age in human bone. *Am J Phys Anthrop* 23, 149-164.

Kim YK, Kho HS, Lee KH (2000) Age estimation by occlusal tooth wear. *J Forensic Sci* 45/2: 303-309.

Knussmann R ed (1988) *Anthropologie*. Bd I/1. Gustav Fischer, Stuttgart.

- Kreitner KF, Schweden FJ, Riepert T, Nafe B, Thelen M (1998) Bone age determination based on the study of the medial extremity of the clavicle. *European Radiology*. 8(7), 1116-1122.
- Krogman WM, Iscan MY (1986) *The Human Skeleton in Forensic Medicine*. CC Thomas, Springfield.
- Kvaal SI, Solheim T (1994) A non-destructive dental method for age estimation. *J For Odontostomatol* 12, 6-11.
- Lange M, Schutkowski H, Hummel H, Herrmann B (1987) A Bibliography on Cremation. PACT 19, Conseil de l'Europe, Strasbourg.
- Lindemaier G, Schuller E, Müller K, Grabmann S (1989) Lebensalter und Zahnzahl - ein Hilfsmittel zur Identifizierung unbekannter Leichen. *Beitr Gerichtl Med* 47, 515-518.
- Liversidge HM (1993) Human Tooth development in an Archaeological Population of Known Age. PhD Thesis, London.
- Liversidge HM, Herdeg B, Rösing Fw (1998) Dental age estimation of non-adults. A review of methods and principles. In Alt KW, Rösing Fw, Teschler-Nicola M ed: *Dental Anthropology*. Springer, Wien, 419-442.
- Liversidge HM, Lyons F, Hector MP (2003) The accuracy of three methods of age estimation using radiographic measurements of developing teeth. *Forensic Sc Int* 131/1: 22-29.
- Loth SR, Henneberg M (1996) Mandibular ramus flexure: A new morphologic indicator of sexual dimorphism in the human skeleton. *Am J Phys Anthropol* 99/3, 473-485.
- Lockemann U, Fuhrmann A, Püschel K, Schmeling A, Geserick G (2004) Empfehlungen für die Altersdiagnostik bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen außerhalb des Strafverfahrens. *Rechtsmedizin* 14, 123-125.
- Lux B, Rösing Fw (1996) Der Atombombeneffekt auf Radiokarbon – eine erste objektive Methode zur Schätzung der Liegezeit. 75. DGRM-Jahrestagung Zürich, p 128.
- Majo T, Tillier A-m, Bruzek J (1993) Test des fonctions discriminantes de Schutkowski impliquant l'ilium pour la détermination du sexe dans les séries d'enfants de sexe et d'âge connus. *Bull Mém Soc d'Anthrop Paris*, n.s. 5, 61-68.
- Mandujana JM, Martin de las Heras S, Valenzuela A, Valenzuela M, Luna JD (2001) Differences in morphological age-related dental changes depending on postmortem interval. *J Forensic Sci* 46/4: 889-892.
- Meyer E, Wiese M, Bruchhaus H, Claussen M, Klein A (2000) Extraction and amplification of authentic DNA from ancient human remains. *For Sci Int* 113/1-3, 87-90.
- Miles AEW (1963) Dentition in the estimation of age. *J Dent Res* 42, 255-263.
- Novotny V (1982) Revision of sex diagnosis in some fossil hominids according to the pelvis. 2nd Anthropol Congr Ales Hrdlicka, Univ Carol Prag.
- Oettle AC, Steyn M, (2000) Age estimation from sternal ends of ribs by phase analysis in South African Blacks. *J Forensic Sci* 45/5: 1071-79.
- Ritz-Timme S, Röschholz G, Schutz HW, Collins MJ, Waite ER, Cattaneo C, Kaatsch HJ (2000) Quality assurance in age estimation based on aspartic acid racemisation. *Int J Legal Med* 114/1-2, 83-86.
- Ritz-Timme S, Kaatsch HJ, Marré B, Reisinger W, Riepert T, Rösing FW, Röttscher K, Schmeling A, Geserick G (2002) Empfehlungen für die Altersdiagnostik bei Lebenden im Rentenverfahren. *Rechtsmedizin* 12, 193-194; *Sozialgerichtsbarkeit* 9: 492-493.
- Rösing Fw (1977) Methoden und Aussagemöglichkeiten der anthropologischen Leichenbrandbearbeitung. *Archäol Naturwiss* 1, 53-80.
- Rösing FW, Paul G, Schnutenhaus S (1995) Sexing skeletons by tooth size. In Radlanski RJ, Renz H (ed) *Proceedings of the 10th International Symposium on Dental Morphology*, Berlin. 'M Marketing, Berlin, 373-376.
- Rösing Fw, Pischtschan E (1995) Re-individualisation of commingled skeletal remains. In Jacob B, Bonte W (ed) *Advances in Forensic Sciences*. Vol 7.

- Rösing FW, Kvaal SI (1998) Dental age in adults. A review of estimation methods. In Alt KW, Rösing Fw, Teschler-Nicola M (ed) *Dental Anthropology*, Springer, Wien, 443-468.
- Rösing FW (2001) Forensische Altersdiagnose: Statistik, Arbeitsregeln und Darstellung. In: Oehmichen M, Geserick G (ed) *Osteologische Identifikation und Altersschätzung*, Schmidt-Römhild, Lübeck, 263-275.
- Rötzscher K (2000) *Forensische Zahnmedizin*. Springer, Berlin.
- Saunders SR, Katzenberg MA (1992) *Skeletal Biology of Past Peoples. Research Methods*. Wiley-Liss, New York.
- Scheuer L, Black S (2000) *Developmental Juvenile Osteology*. Academic Press, San Diego.
- Schmeling A, Kaatsch H-J, Marré B, Reisinger W, Riepert T, Ritz-Timme S, Rösing Fw, Rötzscher K, Geserick G (2001) Empfehlungen für die Altersdiagnostik bei Lebenden im Strafverfahren. *Anthrop Anz* 59, 87-91; *Dt Ärzteblatt* 98, A1535-36; *Dt Zahnärztliche Z* 56, 573-74; *DGZMK.de* 2/2001: 12-13; *Kriminalistik* 55/6, 428-29; *Newsletter AKFOS* 8, 51-56; *Rechtsmedizin* 11, 1-3; *Schweiz Z Strafrecht* 119, 306-11; *Zahnärztl Mitt* 91, 604-606, 2372-74.
- Schutkowski H (1993) Sex determination of infant and juvenile skeletons. I. Morphognostic features. *Am J Phys Anthropol* 90, 199-205.
- Sjøvold T (1988) Geschlechtsdiagnose am Skelett. In Knussmann R Hrg: *Anthropologie*. Bd I/1, Gustav Fischer, Stuttgart, 444-480.
- Solheim T (1993) A new method for dental age estimation in adults. *For Sci Int* 59, 137-147.
- Soomer H, Ranta H, Lincoln MJ, Penttilä A, Leibur E (2003) Reliability and validity of eight dental age estimation methods for adults. *J For Sci* 48/1, 149-152.
- Steyn M, Pretorius E, Hutten L (2004) Geometric morphometric analysis of the greater sciatic notch in South Africans. *Homo* 54/3, im Druck.
- Szilvássy J (1977) Altersschätzung an den sternalen Gelenkflächen der Schlüsselbeine. *Beitr gerichtl Med* 35, 343-345.
- Townsend S (2004) Sex determination using aDNA: a test of the methods. *ASHB abstracts*, *Homo* 55/1, in print.
- Troeger F (1996) Geschlechtsbestimmung von menschlichen Skeletten anhand von Diskriminanzfunktionen für Unterkiefermaße. *Diss Med Dent Ulm*.
- Ubelaker DH (1974) *Reconstruction of Demographic Profiles from Ossuary Skeletal Samples*. Smithsonian Contributions to Anthropology 18, Washington.
- Ubelaker DH (2002) Approaches to the study of commingling in human skeletal biology. In Haglund D, Sorg MH, eds: *Advances in Forensic Taphonomy*. CRC Press, Boca Raton, 331-351.
- Uyterschaut HT (1985) Determination of skeletal age by histological methods. *Z Morph Anthropol* 47, 499-532.
- Valenzuela A, Martin de las Heras S, Mandojana JM, de Dios Luna J, Valenzuela M, Villanueva E (2002) Multiple regression models for age estimation by assessment of morphologic dental changes according to teeth source. *Am J For Med Path* 23/4, 386-389.
- Van Vark GM, Schaafsma (1992) Advances in the quantitative analysis of skeletal morphology. In Saunders & Katzenberg pp. 225-257
- Wahl J (1982) Leichenbranduntersuchungen. Ein Überblick über die Bearbeitungs- und Aussagemöglichkeiten. *Prähist Z* 57, 1-125.
- Wittwer-Backofen U, Gampe J, Vaupel JW (2004) Tooth cementum annulation for age estimation: Results from a large known-age validation study. *Am J Phys Anthropol* 123: 119-129.
- Yoder C, Ubelaker DH, Powell JF (2001) Examination of variation in sternal rib end morphology relevant to age assessment. *J Forensic Sci* 46(2), 223-227.