

Aus dem Institut für Rechtsmedizin
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Untersuchungen zur Verbesserung der Aussagekraft des
Handradiogramms für die forensische Altersdiagnostik bei lebenden
Personen

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Uta Baumann

aus Leipzig

Gutachter: 1. Priv.- Doz. Dr. med. A. Schmeling
2. Prof. Dr. med. H. Pfeiffer
3. Prof. Dr. med. T. Riepert

Datum der Promotion: 08.04.2011

Zusammenfassung

Die radiologische Handskelettaufnahme ist eines der entscheidenden Standbeine für die zunehmend notwendige forensische Altersdiagnostik bei lebenden Personen im Strafverfahren. Zur Verbesserung der Aussagekraft des Handradiogramms wurden drei Untersuchungen durchgeführt.

In der ersten Studie wurden 401 Handradiogramme, aus traumatologischer Indikation gefertigt, der Altersgruppen 10 - 18 Jahre retrospektiv ausgewertet. Es werden erstmals Streumaße für die Thiemann- Nitz- Methode mit einer einfachen Standardabweichung von 0,2 bis 1,2 Jahren präsentiert.

In der sich anschließenden zweiten Arbeit überprüften wir retrospektiv, ob die oben genannten Handradiogramme durch Bestimmung der Ossifikationsstadien, anhand ausgewählter Epiphysenfugen, die Aussagekraft des Handradiogramms steigern können. Die Einteilung der Stadien erfolgt in die von Schmeling et al. (2004) entwickelte 5- Stadien- Einteilung der Schlüsselbeinossifikation. Eine komplette Rückbildung der Epiphysennarbe entsprechend dem definierten Stadium 5 wird im männlichen Geschlecht hier nicht vor Vollendung des 18. Lebensjahres beobachtet. Es gibt nur 2 Patienten mit einem Stadium 5 mit einem Mindestalter von 18,7 Jahren. Die diagnostisch schwierige, aber juristisch relevante Altersgrenze von 18 Jahren ist möglicherweise erstmals mit dem genannten Mindestalter erfasst. Die gelieferten Daten reichten für eine nähere Betrachtung und statistische Auswertung der Stadien 4 und 5, v.a. der distalen Unterarmepiphysen, nicht aus.

Die daraufhin durchgeführte dritte Studie ergänzte die Datensätze der vorangegangenen Studien mit zusätzlich gesammelten, ebenfalls aus traumatologischer Indikation gefertigten Bildern von 19 - 30 Jährigen. Retrospektiv wurden der distale Radius und die Ulna in 842 Handradiogrammen (554 männliche, 288 weibliche) entsprechend den 5 Stadien eingeteilt, um zeitliche Zusammenhänge, v.a. für die forensisch bedeutsamen Stadien 4 und 5 zu erfassen. Es wird festgestellt, dass ein männliches Individuum mit einem Ossifikationsstadium 4 der Ulna oder des distalen Radius die strafrechtlich relevante Altersgrenze von 14 Jahren (14,5) erreicht hat. Das weibliche Geschlecht erreicht dies erst mit dem Stadium 5 des Radius. Eine für die Altersschätzung relevante Aussage für die distale Ulna lässt sich nicht treffen. Männliche Probanden mit einem Ossifikationsstadium 5 des Radius sind mindestens 18 Jahre. Für das weibliche Geschlecht kann weder anhand der distalen Ulna noch des Radius eine Aussage über das Erreichen des 18. Lebensjahres gemacht werden. Die Bestimmung der Ossifikationsstadien für Radius und Ulna bedeutet eine Steigerung der Aussagekraft des Handradiogramms.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--------------------------------|-----------|
| 1. Einleitung | 5 |
| 2. Methodik | 6 |
| 3. Ergebnisse | 8 |
| 4. Diskussion | 12 |
| 5. Literaturverzeichnis | 15 |

Anteilsklärung

Publikation 1

Reference data for the Thiemann-Nitz method of assessing skeletal age for the purpose of forensic age estimation. International Journal of Legal Medicine 120: 1-4, 2006

Publikation 2

Study of age dependence of epiphyseal ossification of the hand skeleton. International Journal of Legal Medicine 122: 51-54, 2008

Publikation 3

Reference study on the time frame for ossification of the distal radius and ulnar epiphyses on the hand radiograph. Forensic Science International 191: 15-18, 2009

Lebenslauf

Selbständigkeitserklärung

Danksagung

Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Einleitung

Durch ständig zunehmende Migration ausländischer Bevölkerungsgruppen innerhalb Europas nach Deutschland, kommt es zu einem stetigen Anstieg der angeforderten Altersschätzungsgutachten im Rahmen strafrechtlicher Verfolgungen. Dabei sind zum Teil nicht zweifelsfreie Ausweispapiere bzw. überhaupt keine Dokumente, die das Geburtsdatum bestätigen, vorhanden (Schmeling et al. 2001a, b).

Bei einer strafrechtlichen Begutachtung, die richterliche Anordnung auf der Grundlage des §81a StPO vorausgesetzt, wird als erstes eine körperliche Untersuchung, u.a. zum Ausschluss etwaiger Erkrankungen, die die normale Skelettentwicklung beeinflussen können, durchgeführt. Weiterhin erfolgen eine Röntgenuntersuchung der linken Hand, sowie eine zahnärztliche Untersuchung mit Erstellung eines Zahnstatus und Auswertung eines Orthopantomogramms. Bei abgeschlossener Handossifikation erfolgt eine zusätzliche Röntgen- oder CT- Untersuchung der Schlüsselbeine (Schmeling et al. 2001a, Schmeling et al. 2008).

Die relevanten Altersgrenzen beziehen sich dabei auf die Strafmündigkeit mit 14 Jahren und damit angewandtes Jugendstrafrecht. Für die Anwendung von Jugend- oder Erwachsenenstrafrecht sind 18 bzw. 21 Jahre die Grenze (Kaatsch 2001).

Ziel der 1. Studie war es, erstmals Referenzdaten für die in der Altersdiagnostik verwendete Thiemann- Nitz- Methode mit entsprechenden Standardabweichungen zu liefern. In der 2. Arbeit überprüften wir, ob durch die Bestimmung der Ossifikationsstadien anhand ausgewählter Epiphysenfugen des Handskeletts die Aussagekraft des Handradiogramms gesteigert werden kann. Ziel der 3. Studie war es, die zeitlichen Zusammenhänge der Ossifikation an der distalen Ulna und des distalen Radius in einer chronologisch älteren und anzahlmäßig größeren Studienpopulation v.a. mit Augenmerk auf die Ossifikationsstadien 4 und 5 zu erfassen, um im Anschluss für die genannten 2 Stadien statistische Berechnungen durchführen zu können.

2. Methodik

In der ersten Studie wurden insgesamt 401 Referenzbilder (163 linke Hände, 238 rechte Hände) der erfassten Altersgruppe der weiblichen und männlichen 10 - 18 Jährigen (s. Tab.1) retrospektiv ausgewertet. Alle Bilder wurden zwischen 1983 bis 2002 aus traumatologischer Indikation gefertigt. Die Bilder stammen aus den unfallchirurgischen Abteilungen der Universität Leipzig, der Notaufnahme des Krankenhauses Berlin Friedrichshain sowie aus dem Salvador- Allende - Krankenhaus in Berlin Köpenick.

| Chronologisches Alter (Jahre) | Männlich (Anzahl) | Weiblich (Anzahl) |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|
| 10 | 19 | 19 |
| 11 | 22 | 13 |
| 12 | 30 | 24 |
| 13 | 32 | 17 |
| 14 | 31 | 15 |
| 15 | 29 | 23 |
| 16 | 24 | 23 |
| 17 | 24 | 14 |
| 18 | 30 | 12 |
| Gesamtanzahl | 401 | 160 |

Tabelle 1- Fallzahlen getrennt nach Alter und Geschlecht für die 1. und 2. Studie.

Über die ethnische Zugehörigkeit lagen keine Daten vor. Wir gehen aber davon aus, dass eine Verteilung entsprechend der deutschen Durchschnittsbevölkerung vorlag.

Das Skeletalter wurde anhand der Atlasmethode nach Thiemann und Nitz (1991) bestimmt.

Die statistische Datenauswertung erfolgte im Institut für medizinische Biometrie der Charité-Universitätsmedizin Berlin mit Hilfe des Statistikprogrammes SPSS/Version 11.0.1. (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Die Ergebnisse wurden mit Hilfe der Mittelwerte, Standardabweichungen sowie Mediane mit unterem und oberem Quartil dargestellt.

Die Datenanalyse von unabhängigen Stichproben erfolgte mit dem nicht parametrischen Mann-Whitney-U- Test.

In der sich anschließenden 2. Arbeit wurden oben aufgeführte (s. Tabelle 1) Handradiogramme von Personen im Alter von 10 - 18 Jahren retrospektiv hinsichtlich einer Einteilung in Ossifikationsstadien ausgewählter Epiphysenfugen ausgewertet. Auffällige Bilder, bei denen es Hinweise auf eine Knochenreifungsstörung gab, fielen aus der Studie heraus.

Die Einteilung des distalen Radius, der Ulna, des Os Metacarpale III, der Basophalanx III, sowie der Meso- und Telephalanx III erfolgte in die von Schmelting et al. (2004) entwickelte 5-Stadien- Einteilung der Schlüsselbeinossifikation:

Stadium 1: fehlende Verknöcherung der Epiphyse

Stadium 2: Epiphyse verknöchert, ohne Fusion zwischen Epiphyse und Metaphyse

Stadium 3: teilweise Fusion zwischen Epiphyse und Metaphyse

Stadium 4: komplette Fusion zwischen Epiphyse und Metaphyse, dabei ist die Epiphysennarbe noch deutlich sichtbar

Stadium 5: entspricht Stadium 4, aber keine Narbe mehr sichtbar

Die Abbildungen 1 - 4 weisen die für die jeweiligen Stadien typischen Befunde (Stadium 2 - 5) auf.



Abbildung 1: Stadium 2, männlich, 14,7 Jahre



Abbildung 2: Stadium 3, männlich, 12,5 Jahre

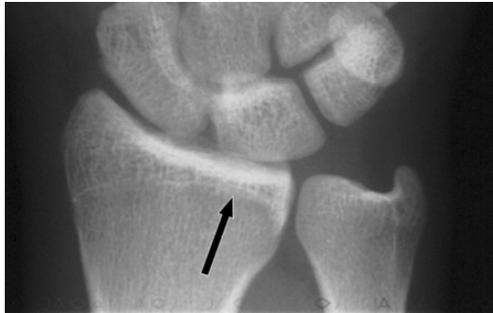


Abbildung 3: Stadium 4, männlich, 17,4 Jahre



Abbildung 4: Stadium 5, männlich, 19 Jahre

In der dritten Studie wurden insgesamt 842 Handradiogramme, davon 554 männliche und 288 weibliche Patienten, im Alter von 10 - 30 Jahren (Tab.2) retrospektiv ausgewertet.

| Chronologisches Alter (Jahre) | Männlich (Anzahl) | Weiblich (Anzahl) |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|
| 10 | 20 | 19 |
| 11 | 22 | 13 |
| 12 | 31 | 24 |
| 13 | 34 | 17 |
| 14 | 33 | 15 |
| 15 | 33 | 23 |
| 16 | 25 | 24 |
| 17 | 28 | 16 |
| 18 | 39 | 13 |
| 19 | 35 | 25 |
| 20 | 35 | 19 |
| 21 | 27 | 15 |
| 22 | 22 | 10 |
| 23 | 30 | 7 |
| 24 | 35 | 12 |
| 25 | 29 | 9 |
| 26 | 22 | 3 |
| 27 | 16 | 44 |
| 28 | 12 | 8 |
| 29 | 14 | 4 |
| 30 | 12 | 8 |
| Gesamtanzahl | 842 | 288 |

Tabelle 2- geschlechtergetrennte Fallgruppenzahlen der 3. Studie.

Die Einteilung des distalen Radius und der Ulna erfolgte wie bereits in der 2. Studie in die von Schmeling et al. (2004) entwickelte 5- Stadien- Einteilung der Schlüsselbeinossifikation.

Es wurden der Mittelwert mit Standardabweichung sowie der Median mit unterem und oberem Quartil und für die Stadien 4 und 5 die 50%- Inzidenz erfasst.

3. Ergebnisse

In Tabelle 3 sind Minimum, Maximum, Mittelwert (MW) mit Standardabweichung (SA) und Median mit unterem und oberem Quartil (UQ, OQ) geschlechtergetrennt für die Skelettalter 11,0 bis 18,0 Jahre für die erste Studie dargestellt.

Aufgrund der zu geringen Fallzahlen wurden für die Skelettalter 10,0 und 10,5 keine statistischen Daten berechnet.

Auf die seitengetrennte Ergebnisdarstellung wurde bei fehlender Signifikanz ($p < 0,05$) verzichtet.

| Skelettalter | Geschlecht | MW±SA | Spannweite | Min-Max | Median/UQ/OQ | Exakte Signifikanz |
|--------------|------------|----------|------------|-----------|----------------|--------------------|
| 11,0 | ♂ | 11,4±0,6 | 1,7 | 10,6-12,3 | 11,5/10,9/12,0 | .151 |
| | ♀ | 10,7±0,6 | 1,3 | 10,1-11,5 | 10,5/10,1/11,3 | .800 |
| 11,5 | ♂ | 11,2±0,5 | 1,3 | 10,6-11,9 | 11,2/10,7/11,7 | .056 |
| | ♀ | 10,8±0,2 | 0,4 | 10,6-11,0 | 10,7/10,6/11,0 | 1.000 |
| 12,0 | ♂ | 12,1±0,6 | 1,7 | 11,2-12,8 | 12,0/11,6/12,6 | .133 |
| | ♀ | 11,1±0,7 | 2,2 | 10,2-12,3 | 11,0/10,4/11,6 | 1.000 |
| 12,5 | ♂ | 11,8±0,9 | 2,9 | 10,3-13,2 | 11,8/11,3/12,3 | .200 |
| | ♀ | 12,0±0,7 | 2,8 | 10,2-12,9 | 12,1/11,5/12,5 | .773 |
| 13,0 | ♂ | 12,5±0,9 | 3,3 | 10,6-13,9 | 12,5/11,8/13,3 | .374 |
| | ♀ | 11,8±1,2 | 3,1 | 10,5-13,6 | 11,6/10,8/13,0 | .500 |
| 13,5 | ♂ | 13,2±0,8 | 3,9 | 12,0-15,9 | 13,0/12,6/13,4 | .961 |
| | ♀ | 13,6±1,2 | 4,1 | 11,6-15,7 | 13,4/12,5/14,5 | .161 |
| 14,0 | ♂ | 14,3±0,8 | 3,1 | 12,7-15,8 | 14,3/13,8/14,8 | .240 |
| | ♀ | 13,9±1,2 | 5,5 | 12,3-17,8 | 13,6/13,3/14,2 | .428 |
| 15,0 | ♂ | 14,9±1,2 | 4,9 | 13,0-17,9 | 14,6/14,3/15,5 | .705 |
| | ♀ | 14,8±0,9 | 2,8 | 13,8-16,6 | 14,5/14,3/14,8 | .629 |
| 16,0 | ♂ | 15,3±0,8 | 2,3 | 14,2-16,4 | 15,1/14,9/16,3 | .429 |
| | ♀ | 16,0±0,8 | 3,5 | 13,7-17,1 | 15,9/15,5/16,6 | .075 |
| 17,0 | ♂ | 16,8±1,1 | 4,1 | 14,7-18,8 | 16,8/15,9/17,8 | .144 |
| | ♀ | 17,5±0,8 | 2,4 | 16,2-18,6 | 17,7/16,8/18,1 | .667 |
| 18,0 | ♂ | 18,2±0,7 | 3,7 | 15,2-18,9 | 18,5/18,1/18,7 | .755 |
| | ♀ | 18,1±0,6 | 1,8 | 17,1-18,9 | 18,0/17,5/18,7 | .970 |

Min Minimum, Max Maximum, MW Mittelwert, SA Standardabweichung, UQ unteres Quartil, OQ oberes Quartil, Exakte Signifikanz 2*(1-seitig Sig.) des Seitenvergleichs rechts, links

Tabelle 3- Statistische Ergebnisse (in Jahren) geschlechtergetrennt für das Skelettalter 11 - 18 Jahre

Es zeigte sich mit Anstieg der Mittelwerte und Mediane mit zunehmendem Skelettalter eine gute Korrelation mit dem chronologischen Alter.

Die Standardabweichungen der Mittelwerte in den untersuchten Altersgruppen lagen zwischen 0,2 und 1,2 Jahren.

Der zeitliche Verlauf der Epiphysenossifikation aller untersuchten Knochenelemente der 2. Studie ist in den Tabellen 4 (weiblich) und 5 (männlich) dargestellt.

In beiden Geschlechtergruppen konnten wir einen Anstieg der Mediane des chronologischen Alters mit gleichzeitigem Anstieg des Ossifikationsstadiums darstellen. Dies konnte für alle untersuchten Knochenelemente festgestellt werden.

Im Vergleich zur Studie 1 zeigten sich deutlich höhere Standardabweichungen, was bei Betrachtung von nur einem Beurteilungskriterium, dem Verknöcherungsprozess der einzelnen Wachstumsfugen, im Gegensatz zur Kombination verschiedener Kriterien am Handradiogramm entsprechend der Atlanten- bzw. Einzelknochenmethode zu erwarten war. Es zeigte sich im

weiblichen Probandengut kein Stadium 1 im Radius, Os metacarpale III, Mesophalanx III und Telephalanx III mehr. Des Weiteren erreichten sie die entsprechenden Stadien mit einem niedrigeren chronologischen Alter.

| Knochenelement Stadium | MW± SA | Median/UQ/OQ | Min-Max |
|---------------------------|----------|----------------|-----------|
| Radius | | | |
| - Stadium 1 | - | - | - |
| - Stadium 2 | 10,9±0,7 | 10,4/10,9/11,3 | 10,1-13,0 |
| - Stadium 3 | 13,1±1,5 | 12,1/12,8/13,9 | 10,1-17,8 |
| - Stadium 4 | 16,5±1,4 | 15,6/16,6/17,5 | 12,9-19,0 |
| - Stadium 5 | 17,8±1,2 | 16,6/18,1/18,8 | 16,2-19,0 |
| Ulna | | | |
| - Stadium 1 | 11,1±0,5 | 10,7/11,1/11,5 | 10,7-11,5 |
| - Stadium 2 | 11,1±0,8 | 10,4/11,0/11,5 | 10,1-13,0 |
| - Stadium 3 | 13,5±1,4 | 12,4/13,4/14,2 | 10,6-17,8 |
| - Stadium 4 | 15,6±1,1 | 14,8/15,8/16,5 | 13,6-17,0 |
| - Stadium 5 | 17,0±1,2 | 16,0/16,9/17,8 | 13,9-19,0 |
| Os metacarpale III | | | |
| - Stadium 1 | - | - | - |
| - Stadium 2 | 11,0±0,8 | 10,2/10,9/11,5 | 10,1-13,0 |
| - Stadium 3 | 12,4±1,3 | 11,5/12,3/13,2 | 10,2-15,5 |
| - Stadium 4 | 14,5±1,5 | 13,4/13,9/15,7 | 12,3-17,8 |
| - Stadium 5 | 16,6±1,4 | 15,6/16,6/17,7 | 12,9-19,0 |
| Basophalanx III | | | |
| - Stadium 1 | 11,0±0,0 | 11,0/11,0/11,0 | 11,0-11,0 |
| - Stadium 2 | 11,0±0,8 | 10,2/10,8/11,5 | 10,1-13,0 |
| - Stadium 3 | 12,7±1,2 | 12,1/12,5/13,5 | 10,6-15,5 |
| - Stadium 4 | 15,8±1,5 | 14,7/15,8/16,8 | 12,3-18,7 |
| - Stadium 5 | 17,4±1,4 | 16,8/17,7/18,4 | 13,8-19,0 |
| Mesophalanx III | | | |
| - Stadium 1 | - | - | - |
| - Stadium 2 | 11,1±0,7 | 10,5/11,0/11,7 | 10,1-12,5 |
| - Stadium 3 | 13,1±1,6 | 12,2/12,9/14,0 | 10,2-17,8 |
| - Stadium 4 | 15,5±1,3 | 14,6/15,8/16,6 | 11,6-18,0 |
| - Stadium 5 | 17,1±1,7 | 16,5/17,7/18,5 | 12,9-19,0 |
| Telephalanx III | | | |
| - Stadium 1 | - | - | - |
| - Stadium 2 | 11,2±0,7 | 10,6/11,1/11,7 | 10,1-12,5 |
| - Stadium 3 | 12,1±1,2 | 11,3/12,3/12,9 | 10,1-14,2 |
| - Stadium 4 | 15,5±1,7 | 14,2/15,7/16,6 | 11,6-19,0 |
| - Stadium 5 | 16,1±2,0 | 14,4/16,7/17,8 | 10,6-19,0 |

Min Minimum, Max Maximum, MW Mittelwert, SA Standardabweichung, UQ unteres Quartil, OQ oberes Quartil

Tabelle 4: Statistische Ergebnisse (in Jahren) für das weibliche Geschlecht

| Knochenelement Stadium | MW± SA | Median/UQ/OQ | Min-Max |
|---------------------------|----------|----------------|-----------|
| Radius | | | |
| - Stadium 1 | 10,8±0,7 | 10,2/10,6/10,8 | 10,1-12,3 |
| - Stadium 2 | 12,3±1,2 | 11,5/12,1/13,2 | 10,1-15,8 |
| - Stadium 3 | 14,4±1,2 | 13,4/14,4/15,2 | 12,2-18,0 |
| - Stadium 4 | 17,2±1,3 | 16,4/17,6/18,4 | 14,5-18,9 |
| - Stadium 5 | 18,8±0,2 | 18,7/18,8/19,0 | 18,7-19,0 |

| | | | |
|---------------------------|----------|----------------|-----------|
| Ulna | | | |
| - Stadium 1 | 11,1±1,3 | 10,2/10,5/11,7 | 10,1-14,3 |
| - Stadium 2 | 12,5±1,4 | 11,3/12,2/13,3 | 10,3-15,8 |
| - Stadium 3 | 13,9±1,1 | 12,9/14,0/14,7 | 12,0-16,4 |
| - Stadium 4 | 16,6±1,3 | 15,2/16,7/17,7 | 14,5-18,8 |
| - Stadium 5 | 18,0±0,9 | 17,6/18,3/18,7 | 15,2-19,0 |
| Os metacarpale III | | | |
| - Stadium 1 | 11,2±0,8 | 10,4/11,6/11,9 | 10,1-12,2 |
| - Stadium 2 | 12,1±1,2 | 11,1/12,1/13,0 | 10,1-14,8 |
| - Stadium 3 | 14,1±1,1 | 13,2/13,9/15,0 | 12,0-16,7 |
| - Stadium 4 | 15,4±1,2 | 14,5/15,1/16,4 | 13,8-18,0 |
| - Stadium 5 | 17,4±1,2 | 16,6/17,8/18,5 | 14,7-19,0 |
| Basophalanx III | | | |
| - Stadium 1 | 11,2±1,1 | 10,3/10,7/12,1 | 10,1-13,3 |
| - Stadium 2 | 12,5±1,3 | 11,6/12,6/13,2 | 10,1-15,8 |
| - Stadium 3 | 14,6±1,1 | 13,7/14,6/15,3 | 12,4-17,7 |
| - Stadium 4 | 16,9±1,4 | 15,6/17,0/18,0 | 14,2-18,9 |
| - Stadium 5 | 17,9±1,1 | 17,5/18,4/18,6 | 14,9-19,0 |
| Mesophalanx III | | | |
| - Stadium 1 | 10,4±0,3 | 10,2/10,5/10,7 | 10,1-10,7 |
| - Stadium 2 | 12,5±1,3 | 11,6/12,4/13,2 | 10,1-15,8 |
| - Stadium 3 | 14,8±1,2 | 13,8/14,8/15,5 | 12,4-17,9 |
| - Stadium 4 | 15,6±1,5 | 14,4/15,3/16,7 | 13,0-18,7 |
| - Stadium 5 | 17,4±1,2 | 16,7/17,8/18,4 | 14,7-19,0 |
| Telephalanx III | | | |
| - Stadium 1 | 11,0±0,9 | 10,2/10,6/12,3 | 10,1-12,3 |
| - Stadium 2 | 12,4±1,4 | 11,2/12,3/13,2 | 10,1-15,8 |
| - Stadium 3 | 14,1±1,3 | 13,1/14,0/14,8 | 11,8-17,9 |
| - Stadium 4 | 15,7±1,7 | 14,8/15,4/16,5 | 13,0-18,7 |
| - Stadium 5 | 17,2±1,4 | 16,2/17,5/18,3 | 14,2-19,0 |

Min Minimum, Max Maximum, MW Mittelwert, SA Standardabweichung, UQ unteres Quartil, OQ oberes Quartil

Tabelle 5: Statistische Ergebnisse (in Jahren) für das männliche Geschlecht

Die Ergebnisse für die 3. Studie mit den Ossifikationsstadien der distalen Ulna und des distalen Radius sind in Tabelle 6 und 7 geschlechtergetrennt dargestellt. Da nur unzureichende Fallzahlen für das Stadium 1 vorlagen, wird das chronologische Alter dieses Stadiums für beide Geschlechter nicht aufgeführt.

| Knochelement Stadium | Fallzahl | MW ± SA | Median/UQ/OQ | Min-Max | 50% -Inzidenz |
|-----------------------------|-----------------|----------------|---------------------|----------------|----------------------|
| Radius | | | | | |
| Stadium 2 | 22 | 10,9±0,7 | 10,4/10,9/11,3 | 10,1-13,0 | |
| Stadium 3 | 62 | 13,1±1,5 | 12,1/12,8/13,9 | 10,1-17,8 | |
| Stadium 4 | 185 | 20,4±4,3 | 16,9/19,9/22,9 | 12,9-30,8 | 14,7 |
| Stadium 5 | 19 | 23,4±4,3 | 16,2/20,2/23,0 | 16,2-30,8 | >30,8 |
| Ulna | | | | | |
| Stadium 2 | 32 | 11,1±0,8 | 10,4/11,0/11,5 | 10,1-13,0 | |
| Stadium 3 | 56 | 13,5±1,4 | 12,4/13,4/14,2 | 10,6-17,8 | |
| Stadium 4 | 22 | 16,8±3,5 | 14,8/16,0/16,9 | 13,6-29,9 | 15,0 |
| Stadium 5 | 176 | 21,3±4,2 | 18,1/20,3/24,3 | 13,9-30,8 | 16,0 |

Min Minimum, Max Maximum, MW Mittelwert, SA Standardabweichung, UQ unteres Quartil, OQ oberes Quartil

Tabelle 6- Statistische Ergebnisse für das weibliche Geschlecht

| Knochelement Stadium | Fallzahl | MW ± SA | Median/UQ/OQ | Min-Max | 50%-Inzidenz |
|---------------------------------|-----------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|
| Radius | | | | | |
| Stadium 2 | 72 | 12,3±0,7 | 11,5/12,1/13,2 | 10,1-15,9 | |
| Stadium 3 | 84 | 14,4±1,2 | 13,4/14,4/15,2 | 12,3-18,0 | |
| Stadium 4 | 377 | 22,0±4,1 | 18,7/21,5/25,1 | 14,5-31,0 | 15,6 |
| Stadium 5 | 20 | 24,7±3,7 | 22,7/23,9/28,6 | 18,7-30,7 | >30,7 |
| Ulna | | | | | |
| Stadium 2 | 74 | 12,5±1,4 | 11,3/12,2/13,3 | 10,3-15,9 | |
| Stadium 3 | 78 | 13,9±1,1 | 12,9/14,0/14,7 | 12,0-16,4 | |
| Stadium 4 | 70 | 17,0±2,3 | 15,5/16,7/17,9 | 14,5-29,0 | 15,5 |
| Stadium 5 | 331 | 23,1±3,7 | 20,0/23,0/25,7 | 15,2-31,0 | 17,6 |

Min Minimum, Max Maximum, MW Mittelwert, SA Standardabweichung, UQ unteres Quartil, OQ oberes Quartil

Tabelle 7- Statistische Ergebnisse für das männliche Geschlecht

Wie in den vorangegangenen Untersuchungen zeigte sich in fast allen Fallgruppen, dass der Mittelwert und Median des chronologischen Alters mit Zunahme des Ossifikationsstadiums ansteigen.

Die forensisch bedeutsamen Ossifikationsstadien 4 und 5 der beiden Unterarmepiphysen traten in den meisten Fällen beim männlichen Patientengut deutlich später als im weiblichen auf. So betrug das chronologische Minimumalter der weiblichen Patienten im Stadium 4 der distalen Ulna 13,6 Jahre und im Stadium 5 13,9 Jahre. Bei den männlichen Patienten hingegen werden die jeweiligen Stadien erst mit einem Altersminimum im Stadium 4 von 14,5 und 15,2 Jahren im Stadium 5 beobachtet.

Die Betrachtung der 50%- Inzidenzen ergab ähnliche Zusammenhänge. So konnten bei 50% der Patientinnen mit einem chronologischen Alter von 15,0 Jahren das Stadium 4 der Ulna festgestellt werden und das Stadium 5 lag bei 50% der 16,0- Jährigen vor. Im männlichen Patientengut wurde dies im Stadium 4 mit einem chronologischen Alter von 15,5 und Stadium 5 der Ulna mit 17,6 Jahren festgestellt (s. Tab. 6 und 7).

Deutlichere Geschlechtsunterschiede ergaben sich für den Radius. Das Altersminimum im Stadium 4 bzw. 5 der weiblichen Fälle lag bei 12,9 bzw. 16,2 Jahren, und bei den männlichen Fällen wurden die jeweiligen Stadien erst mit 14,5 bzw. 18,7 Jahren beobachtet.

Das Stadium 4 des distalen Radius trat mit einer 50%- Inzidenz mit einem chronologischen Alter von 14,7 Jahren bei den weiblichen und mit 15,6 Jahren bei den männlichen Patienten auf.

4. Diskussion

Es gibt verschiedene Atlas- und Einzelknochenmethoden zur Altersschätzung des chronologischen Alters auf der Grundlage der Handskelettossifikation. Dabei werden Form und Größe einzelner Knochenelemente sowie Ossifikationsstadien der Epiphysenfugen beurteilt. Dies geschieht entweder durch die Atlantenmethode, Vergleichen von Röntgenbildern mit Standardaufnahmen des jeweiligen Alters und Geschlechts (Greulich & Pyle 1959, Thiemann & Nitz 1991, 2006) oder mit der Einzelknochenmethode, bei der ausgewählten Knochen ein Reifestadium zugeordnet und letztendlich das Gesamthandknochenalter berechnet wird (Tanner & Whitehouse 1975, 2001, Roche et al 1988). Verschiedene Studien haben gezeigt, dass der größere Zeitaufwand der Einzelknochenmethode nicht zu einer Erhöhung der Aussagegenauigkeit führt (Andersen 1971, Weber 1978, Cole et al. 1988, King et al. 1994). Daher erscheinen die Atlasmethoden für die forensische Altersdiagnostik geeignet. International am weitesten verbreitet ist die Atlasmethode nach Greulich und Pyle (1959). Greulich und Pyle (1959) erstellten ihre Standards in der Brush- Foundation- Longitudinalstudie von 1931 bis 1942. Dabei wurden 1000 in Cleveland, Ohio lebende US- Amerikaner nordeuropäischer Abstammung im Alter von 0 - 18 Jahren untersucht.

Die hier verwendete Atlasmethode nach Thiemann- Nitz basiert auf deutlich jüngeren Daten. Für sie wurden 1977 5200 Handaufnahmen von gesunden Kindern und Jugendlichen im Alter von 0 bis 18 Jahren in 20 medizinischen Einrichtungen der ehemaligen DDR ausgewertet. Durch fehlende Streumaße im Röntgenatlas war dieser bisher nur bedingt für die forensische Altersdiagnostik bei lebenden Personen anwendbar. In der 1. Arbeit wurden nun erstmals Streumaße für die Thiemann- Nitz- Methode vorgestellt (Thiemann- Nitz 2006). Die einfache Standardabweichung lag hier zwischen 0,2 und 1,2 Jahren.

Für eine weitere Reduktion der Streubreiten sollten immer eine körperliche Inspektion zum Ausschluss altersrelevanter Entwicklungsstörungen sowie die zahnärztliche Begutachtung des Zahnstatus und eine Röntgenuntersuchung des Gebisses ergänzend stattfinden (Schmeling et al. 2001a).

Allerdings gibt es zum jetzigen Zeitpunkt keine statistisch gesicherte Gesamtstreuung für die zusammengefasste Altersdiagnose der o.g. zusätzlich zum Handradiogramm durchgeführten Merkmalsbegutachtungen, da diese bisher nie an einer Referenzpopulation erhoben wurden.

Eine von Schmeling et al. (Schmeling et al. 2003b) durchgeführte statistische Auswertung von durchgeführten gerichtlichen Altersschätzungen am Institut für Rechtsmedizin zeigte, dass in den 41 Fällen, in denen das Alter zweifelsfrei festgestellt werden konnte, eine Abweichung von ± 12 Monaten zwischen geschätztem und tatsächlichem Alter besteht.

Eine von Geserick und Schmeling (Geserick & Schmeling 2001) durchgeführte Erhebung mittels Fragebogen zur Darstellung der aktuellen Situation der Altersschätzung im deutschen Raum zeigte, dass die untersuchten Personen v.a. aus Afrika (29%), der Türkei (27%), Rumänien (26%), dem Balkan (7%), dem Libanon (4%) und Vietnam (3%) stammten. Für diese Herkunftsländer liegt in der Regel keine vergleichbare Referenzstudie vor. So stellt sich die Frage, ob es gravierende Unterschiede der Ossifikationsgeschwindigkeit bei verschiedenen ethnischen Gruppen gibt, die eine Anwendung der hier publizierten Altersstandards auf Angehörige einer anderen Gruppe verbietet. Schmeling et al führten eine Literaturstudie hinsichtlich des Einflusses der ethnischen Zugehörigkeit auf die Skelettreifung durch (Schmeling

et al 2001c). Dabei stellte sich der Durchlauf der definierten Ossifikationsstadien hinsichtlich Reihenfolge und Ossifikationsgeschwindigkeit grundsätzlich unabhängig von der ethnischen Zugehörigkeit dar. Sie zeigten aber auch auf, dass die Ossifikationsgeschwindigkeit abhängig vom jeweiligen sozioökonomischen Status ist. Probanden aus einer Population mit geringer sozioökonomischer Entwicklung werden demnach bei entsprechender Entwicklungsverzögerung jünger eingeschätzt. Strafrechtlich ist das allerdings kein Nachteil für die gerichtlich begutachteten Personen, wenn die Referenzdaten einer sozioökonomisch höher entwickelten Population auf eine geringer entwickelte Anwendung findet, da es hier zu einer Altersunterschätzung kommt.

Die im Rahmen der durchgeführten gerichtlichen Altersgutachten erfolgte Altersschätzung sollte den sozioökonomischen Status berücksichtigen und im Gutachten darauf hinweisen (Schmeling et al 2006).

In der 2. Arbeit wurde untersucht, ob durch die Bestimmung der Ossifikationsstadien anhand ausgewählter Epiphysenfugen des Handskeletts die Aussagekraft des Handradiogramms gesteigert werden kann.

Die Altersgrenze von 18 Jahren ist diagnostisch sehr schwierig, aber juristisch entscheidend für die Frage, ob Jugend- oder Erwachsenenstrafrecht Anwendung findet.

Die weiteren zur Altersschätzung verwendeten Reifezeichen, wie sexuelle Reife stehen dafür, da bei beiden Geschlechtern vollendet, nicht zur Verfügung (Marshall & Tanner 1969, 1970). Ebenso wenig hilfreich sind dafür die Merkmale der Zahnentwicklung. So konnten verschiedene Autoren zeigen, dass die Mineralisation des dritten Molars bereits vor Vollendung des 18. Lebensjahres abgeschlossen sein kann (Mincer et al. 1993, Gunst et al. 2003, Knell et al. 2009).

Vorliegende Untersuchungen zur Ossifikation der medialen Klavikulaepiphyse zeigten, dass das Stadium 4 bei Frauen frühestens mit 20 und bei Männern frühestens mit 21 Jahren beobachtet wurde. Bei beiden Geschlechtern lag das Stadium 5 erst mit 26 Jahren vor. Das ermöglichte eine Aussage zur sicheren Vollendung des 18. Lebensjahres, aber überschreitet bei dem weiblichen Patientengut das Mindestalter um 2 und beim männlichen Patientengut um 3 Jahre im Stadium 4. Im neu definierten Stadium 5 liegt das Mindestalter demnach sogar im weiblichen Geschlecht 6 und im männlichen Geschlecht 5 Jahre oberhalb des Altersminimums des Stadiums 4 (Schmeling et al 2004b). Es stellte sich daher die Frage, ob ähnliche Verläufe der Epiphysenossifikation im Bereich des Handskeletts darstellbar sind, um eine strafrechtlich sichere Aussage zur Vollendung des 18. Lebensjahres treffen zu können.

Nachgewiesen wurde, dass die jeweiligen Stadien vom weiblichen Geschlecht eher, also chronologisch jünger als von den männlichen Probanden erreicht wurden. Diese initiale Differenz verringert sich allerdings mit zunehmenden Ossifikationsstadien. Es zeigte sich hier aber, im Gegensatz zu den o.g. etablierten Verfahren, erstmals möglicherweise ein Mindestalter für die strafrechtlich relevante Altersgrenze von 18 Jahren. Eine komplette Rückbildung der Epiphysennarbe entsprechend dem definierten Stadium 5 des distalen Radius wurde von uns im männlichen Geschlecht nicht vor Vollendung des 18. Lebensjahres beobachtet.

Die in der 2. Studie gelieferten Daten reichten für eine nähere Betrachtung und statistische Auswertung der Stadien 4 und 5, insbesondere der distalen Unterarmepiphysen, nicht aus.

In der anschließenden 3. Studie wurde das Patientenkollektiv um die 19 - 30 Jährigen erweitert, um die zeitlichen Zusammenhänge der Ossifikation von distaler Ulna und distalem Radius besser zu erfassen. Insgesamt wurden 842 Bilder (288 weibliche, 554 männliche) ausgewertet. Erneut

konnte der Anstieg der Mittelwerte bzw. Mediane des chronologischen Alters mit höherem Ossifikationsstadium beobachtet werden. Es wurden vor allem die forensisch bedeutsamen Stadien 4 und 5 betrachtet. Diese traten, wie bereits dargestellt beim weiblichen Geschlecht in beiden Stadien und Knochenelementen vor dem männlichen Geschlecht auf.

Für die strafrechtliche Begutachtung der relevanten Altersgrenzen zwischen 14 und 18 Jahren (Dünkel et al. 1997, Dünkel 2008) wurde festgestellt, dass ein männliches Individuum in dieser Studie mit einem Ossifikationsstadium 4 der Ulna oder des distalen Radius die relevante Altersgrenze von 14 Jahren (Minimum 14,5 Jahre) erreicht hatte.

Für das weibliche Geschlecht ließ sich dies erst mit Erreichen des Stadiums 5 des Radius sagen, da auch in dieser Untersuchung ein deutlicher Vorsprung des Erreichens des höheren Ossifikationsstadiums des weiblichen Geschlechts vorlag. Eine für die Altersschätzung relevante Aussage lässt sich für die distale Ulna nicht treffen.

Es kann festgestellt werden, dass mit den bisherigen Methoden keine sichere Aussage über das Erreichen der strafrechtlich relevanten Altersgrenze gemacht werden kann. Das Mindestalter für das Ossifikationsstadium 5 im distalen Radius war in dieser Arbeit 18,7 Jahre im männlichen Geschlecht. Trotz Erweiterung der Studienpopulation war das Stadium 5 des distalen Radius bis zu einem Alter von 30 Jahren sehr selten aufgetreten. In der Gesamtstudienpopulation (554 männliche Patienten) erreichte der Großteil (377) das Stadium 4 und nur 20 männliche Probanden erreichten das Stadium 5. Die distale Ulna ist für die Altersschätzung der männlichen Individuen nicht relevant bezüglich der Frage, ob das 18. Lebensjahr erreicht ist.

Für das weibliche Geschlecht kann weder anhand der distalen Ulna noch des Radius eine Aussage über das Erreichen des 18. Lebensjahres gemacht werden.

Zusammenfassend für die 3. Studie lässt sich feststellen, dass die Bestimmung der Ossifikationsstadien für Radius und Ulna eine Steigerung der Aussagekraft des Handradiogramms bedeutet. Sicherlich aber immer nur in Ergänzung zu den o.g. Methoden der Altersschätzung im Rahmen einer strafrechtlichen Begutachtung.

In zukünftigen Studien wäre es sicher sinnvoll, zusätzlich zum Handradiogramm die außerdem für die strafrechtliche Begutachtung relevanten Merkmale, körperliche Inspektion zum Ausschluss altersrelevanter Entwicklungsstörungen, zahnärztliche Begutachtung des Zahnstatus und eine Röntgenuntersuchung des Gebisses (Schmeling et al. 2001a) an **einer** Referenzpopulation zu erheben. Dadurch wäre erstmals eine statistisch gesicherte Aussage über die Gesamtstreuung für die zusammengefasste Altersdiagnose möglich.

Des Weiteren wäre es wichtig, Daten hinsichtlich des sozioökonomischen Status bzw. Herkunftslandes zu erheben, um die Aussagekraft des verwendeten Verfahrens ggf. zu bekräftigen bzw. Streubreiten zu erhalten. Dies ist in den hier genannten 3 Studien nicht geschehen.

Außerdem wünschenswert ist die Etablierung röntgenstrahlenfreier bildgebender Verfahren im Rahmen der forensischen Altersdiagnostik bei lebenden Personen. Erste Pilotstudien liegen für die sonographische bzw. MRT- Untersuchung des Schlüsselbeins vor (Schmidt et al. 2007b, Schulz et al. 2008, Quirnbach et al. 2009).

5. Literaturverzeichnis

Andersen E (1971) Comparison of Tanner- Whitehouse and Greulich- Pyle methods in a large scale Danish survey. *Am J Phys Anthropol* 35: 373-376.

Cole AJL, Webb L, Cole TJ (1988) Bone age estimation: a comparison of methods. *Br J Radiol* 61: 683-686.

Dünkel F, Kalmthout A van, Schüler-Springorum H (1997) Entwicklungstendenzen und Reformstrategien im Jugendstrafrecht im europäischen Vergleich. *Forum, Mönchengladbach*.

Dünkel F (2008) Jugendstrafrecht im europäischen Vergleich. Greifswalder Studie zu aktuellen Reformtendenzen der Jugendkriminalpolitik, Altersgrenzen, Jugendstrafrechtssystemen. In *Nabuk Newsletter*, 02, pp 1-9.

Geserick G, Schmeling A (2001) Übersicht zum gegenwärtigen Stand der Altersschätzung Lebender im deutschsprachigen Raum. In: Oehmichen M, Geserick G (eds) *Osteologische Identifikation und Altersschätzung*. Schmidt-Römhild, Lübeck, pp 255-261.

Greulich WW, Pyle SI (1959) *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist*. Stanford University Press, Stanford, California.

Gunst K, Mesotten K, Carbonez A, Willems G (2003) Third molar root development in relation to chronological age: a large sample sized retrospective study. *Forensic Sci Int* 136: 52-57.

Johnston FE, Zimmer LO (1989) Assessment of growth and age in the immature skeleton. In: Iscan MY, Kennedy KAR (eds) *Reconstruction of life from the skeleton*. Alan R. Liss., New York, pp 11-21.

Kaatsch H-J (2001) Juristische Aspekte der Altersschätzung. In: Oehmichen M, Geserick G (eds) *Osteologische Identifikation und Altersschätzung*. Schmidt-Römhild, Lübeck, pp 243-254.

King DG, Steventon DM, O'Sullivan MP, Cook AM, Hornsby VP, Jefferson IG (1994) Reproducibility of bone ages when performed by radiology registrars: an audit of Tanner and Whitehouse II versus Greulich and Pyle methods. *Br J Radiol* 67: 848-851.

Knell B, Ruhstaller P, Prieels F, Schmeling A (2009) Dental age diagnostics by means of radiographical evaluation of the growth stages of lower wisdom teeth. *Int J Legal Med* 123: 465-469.

Knußmann R (1996) *Vergleichende Biologie des Menschen. Lehrbuch der Anthropologie und Humangenetik*, 2.Aufl. 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. *Eur Radiol* 8: 1116-1122.

Marshall WA, Tanner JM (1969) Variations in pattern of pubertal changes in girls. *Arch Dis Child* 44: 291-303.

Marshall WA, Tanner JM (1970) Variations in pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child* 45: 13-23.

Mincer HH, Harris EF, Berryman HE (1993) The A.B.F.O. study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. *J Forensic Sci* 38: 379-390.

Okkalides D, Fotakis M (1994) Patient effective dose resulting from radiographic examinations. *Br J Radiol* 67: 564-572.

Olze A, Schmeling A, Rieger K, Kalb G, Geserick G (2003) Untersuchungen zum zeitlichen Verlauf der Weisheitszahnmineralisation bei einer deutschen Population. *Rechtsmedizin* 13: 5-10.

Olze A, Schmeling A, Taniguchi M, Maeda H, van Niekerk P, Wernecke K-D, Geserick G (2004) Forensic age estimation in living subjects: the ethnic factor in wisdom tooth mineralization. *Int J Legal Med* 118: 170-173.

Olze A, van Niekerk P, Ishikawa T, Zhu BL, Schulz R, Maeda H, Schmeling A (2007) Comparative study on the effect of ethnicity on wisdom tooth eruption. *Int J Legal Med* 121: 445-448.

Pelsmaekers B, Loos R, Carels C, Derom C, Vlietinck R (1997) The genetic contribution to dental maturation. *J Dent Res* 76: 1337-1340.

Quirnbach F, Ramsthaler F, Verhoff MA (2009): Evaluation of the ossification of the medial clavicular epiphysis with a digital ultrasonic system to determine the age threshold of 21 years. *Int J Legal Med* 123: 241-245.

Roche AF, Chumlea WC, Thissen, D (1988). *Assessing the skeletal maturity of the hand-wrist: Fels method*. C.C. Thomas, Springfield

Rösing FW (2001) Forensische Altersdiagnose: Statistik, Arbeitsregeln und Darstellung. In: Oehmichen M, Geserick G (eds) *Osteologische Identifikation und Altersschätzung*. Research in Legal Medicine, Vol 26, Schmidt-Römhild, Lübeck, pp 263-275.

Schmeling A, Reisinger W, Loreck D, Vendura K, Markus W, Geserick G (2000) Effects of ethnicity on skeletal maturation - consequences for forensic age estimations. *Int J Legal Med* 113: 253-258.

Schmeling A, Kaatsch H-J, Marré B, Reisinger W, Riepert T, Ritz-Timme S, Rösing FW, Rötzscher K, Geserick G (2001a) Empfehlungen für die Altersdiagnostik bei Lebenden im Strafverfahren. *Rechtsmedizin* 11: 1-3.

Schmeling A, Olze A, Reisinger W, Geserick G (2001b) Age estimation of living people undergoing criminal proceedings. *Lancet* 358: 89-90.

Schmeling A, Vendura K, Olze A, Reisinger W, Geserick G (2001c) Altersschätzung und ethnische Zugehörigkeit. In: Oehmichen M, Geserick G (Hrsg.) *Osteologische Identifikation und Altersschätzung. Research in Legal Medicine, Vol 26, Schmidt-Römhild, Lübeck*, pp 317-325.

Schmeling A, König M, Schulz R, Olze A, Reisinger W (2003a) Forensische Altersdiagnostik bei Lebenden am Institut für Rechtsmedizin Berlin (Charité) – Analyse und Verifizierung der von 1992 bis 2002 erstatteten Altersgutachten. In: Strauch H, Pragst F (eds) *Beiträge des Wissenschaftlichen Symposiums Rechtsmedizin. Festschrift für Gunther Geserick zum 65. Geburtstag. Verlag Dr. Dieter Helm Heppenheim* pp 127-143.

Schmeling A, Olze A, Reisinger W, König M, Geserick G (2003b) Statistical analysis and verification of forensic age estimation of living persons in the Institute of Legal Medicine of the University Hospital Charité. *Legal Med* 5: 367-371.

Schmeling A (2004a) *Forensische Altersdiagnostik bei Lebenden im Strafverfahren. Habilitationsschrift, Humboldt- Universität zu Berlin.*

Schmeling A, Schulz R, Reisinger W, Mühler M, Wernecke K-D, Geserick G (2004b) Studies on the time frame for ossification of medial clavicular epiphyseal cartilage in conventional radiography. *Int J Legal Med* 118: 5-8.

Schmeling A, Schulz R, Danner B, Rösing FW (2006). The impact of economic progress and modernization in medicine on the ossification of hand and wrist. *Int J Legal Med* 120: 121-126.

Schmeling A, Grundmann C, Fuhrmann A, Kaatsch H-J, Knell B, Ramsthaler F, Reisinger W, Riepert T, Ritz-Timme S, Rösing FW, Rötzscher K, Geserick G (2008) Criteria for age estimation in living individuals. *Int J Legal Med* 122: 457-460.

Schmidt S, Koch B, Schulz R, Reisinger W, Schmeling A (2007a) Comparative analysis of the applicability of the skeletal age determinations methods of Greulich-Pyle and Thiemann-Nitz for forensic age estimation in living subjects. *Int J Legal Med* 121: 293-296.

Schmidt S, Mühler M, Schmeling A, Reisinger W, Schulz R (2007b) Magnetic resonance imaging of the clavicular ossification. *Int J Legal Med* 121: 321-324.

Schulz R, Zwiesigk P, Schiborr M, Schmidt S, Schmeling A (2008) Ultrasound studies on the time course of clavicular ossification. *Int J Legal Med* 122: 163-167.

Tanner JM, Whitehouse RH, Marshall WA, Healy MJR, Goldstein H (1975) Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method). Academic Press, London, New York, San Francisco.

Tanner JM, Healy MJR, Goldstein H, Cameron N (2001) Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method). W.B. Saunders, London.

Thiemann H-H, Nitz I (1991) Röntgenatlas der normalen Hand im Kindesalter. Thieme, Leipzig, Stuttgart, New York.

Thiemann H-H, Nitz I, Schmeling A (2006) Röntgenatlas der normalen Hand im Kindesalter. Thieme, Stuttgart, New York.

Weber R (1978) Genauigkeit der Skeletalterbestimmungen und Größenprognosen nach den Methoden von Greulich & Pyle sowie Tanner & Whitehouse. Dissertation. Freie Universität Berlin.

Anteilsklärung

Publikation 1

Schmeling A, **Baumann U**, Schmidt S, Wernecke K-D, Reisinger W, Reference data for the Thiemann-Nitz method of assessing skeletal age for the purpose of forensic age estimation. International Journal of Legal Medicine 120: 1-4, 2006

Anteil: 30 Prozent

Bei dieser Publikation wurden durch Frau Baumann die Röntgenaufnahmen digitalisiert und die Skelettaltersbestimmungen vorgenommen. Frau Baumann wirkte bei der Auswertung der Ergebnisse, der Literaturrecherche und der Manuskriptabfassung mit.
Der Anteil von Frau Baumann an dieser Publikation beträgt etwa 30 Prozent.

Publikation 2

Schmidt S, **Baumann U**, Schulz R, Reisinger W, Schmeling A, Study of age dependence of epiphyseal ossification of the hand skeleton. International Journal of Legal Medicine 122: 51-54, 2008

30 Prozent

Bei dieser Publikation wurden durch Frau Baumann die Stadienbestimmungen vorgenommen. Frau Baumann wirkte bei der Auswertung der Ergebnisse, der Literaturrecherche und der Manuskriptabfassung mit.
Der Anteil von Frau Baumann an dieser Publikation beträgt etwa 30 Prozent.

Publikation 3

Baumann U, Schulz R, Reisinger W, Heinecke A, Schmeling A, Schmidt S, Reference study on the time frame for ossification of the distal radius and ulnar epiphyses on the hand radiograph. Forensic Science International 191: 15-18, 2009

60 Prozent

Bei dieser Publikation wurden durch Frau Baumann die Stadienbestimmungen vorgenommen. Frau Baumann wirkte wesentlich bei der Auswertung der Ergebnisse, der Literaturrecherche und der Manuskriptabfassung mit.
Der Anteil von Frau Baumann an dieser Publikation beträgt etwa 60 Prozent.

Publikation 1

Schmeling A, Baumann U, Schmidt S, Wernecke K-D, Reisinger W (2006) Reference data for the Thiemann- Nitz method of assessing skeletal age for the purpose of forensic age estimation. Int J Legal Med 120: 1-4.

Impact Factor: 2,574

Publikation 2

Schmidt S, Baumann U, Schulz R, Reisinger W, Schmeling A (2008) Study of age dependence of epiphyseal ossification of the hand skeleton. *Int J Legal Med* 122: 51-54.

Impact Factor: 2,574

Publikation 3

Baumann U, Schulz R, Reisinger W, Heinecke A, Schmeling A, Schmidt S (2009) Reference study on the time frame for ossification of the distal radius and ulnar epiphyses on the hand radiograph. *Forensic Sci Int* 191: 15–18.

Impact Factor: 1,864

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Selbständigkeitserklärung

Ich, Uta Baumann, geboren am 29.09.1977, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: „Untersuchungen zur Verbesserung der Aussagekraft des Handradiogramms für die forensische Altersdiagnostik bei lebenden Personen“ selbst verfasst habe. Es wurden keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt. Die Promotionsarbeit wurde ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und stellt auch in Teilen keine Kopie anderer Arbeiten dar.

Leipzig, 05.02.2011

Uta Baumann

Danksagung

Ich danke Prof. Dr. Walter Reisinger für die fachliche Unterstützung sowie PD Dr. R. Fuchs (Berlin), Prof. Dr. F. Schmidt (Leipzig) und PD Dr. G. Stobbe (Berlin) für die zur Verfügung gestellten Röntgenaufnahmen und damit die Möglichkeit zur Durchführung der Promotionsarbeit in ihren jeweiligen Instituten.

Herrn Priv.- Doz. Dr. Andreas Schmeling gilt mein besonderer Dank für das Promotionsthema sowie die sehr gute, unterstützende beharrliche Betreuung und Hilfestellung.

Dank gilt auch meiner Familie, die stets an mich glauben.