

**UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF**

Institut für Rechtsmedizin

Direktor: Prof. Dr. med. Klaus Püschel

**Retrospektive Analyse über forensisch anthropologische Knochenfunde in  
Hamburg und Umgebung**

**(von 1980 bis 2015)**

**Dissertation**

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

vorgelegt von:

Anna Nieberg

Hamburg

Hamburg 2018

Angenommen von der Medizinischen Fakultät am: 20.07.2018

Veröffentlicht mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität  
Hamburg

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. Klaus Püschel

Prüfungsausschuss, 2 Gutachter/in: Prof. Dr. Philipp Osten

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
1.1	Die Ausbildung und der Beruf des forensischen Anthropologen .....	3
1.2	Angebote der rechtsmedizinischen Institutionen in Deutschland .....	5
1.2.1	Zuständigkeitsbereich von Medizinern oder Anthropologen in Deutschlands Institutionen.....	5
1.2.2	Ausbildung und Arbeit der forensischen Anthropologen in Deutschland im Vergleich zu den USA .....	6
1.3	Methoden der forensischen Anthropologie und Osteologie.....	8
1.3.1	Makroskopische Begutachtung.....	9
1.3.2	Spezies und Beschaffenheit des Untersuchungsgegenstandes .....	9
1.3.3	Liegezeiteinschätzung, postmortales Intervall .....	11
1.3.4	Radiokarbondatierung (C <sup>14</sup> -Datierung) .....	14
1.4	Identitätshinweise.....	16
1.4.1	Geschlechtsbestimmung .....	16
1.4.2	Altersbestimmung .....	22
1.4.3	Körperhöhe und Osteometrie .....	27
1.4.4	Herkunft und Isotopenanalyse .....	28
1.4.5	Pathologische oder traumatische Veränderungen .....	31
1.4.6	Individuelle identifizierende Merkmale .....	33
1.4.7	DNA-Extraktion aus Knochen und die forensische DNA-Analyse.....	33
1.4.8	Forensische Odontostomatologie .....	38
1.4.9	Röntgenvergleichsanalyse.....	41
1.4.10	Frakturen, prä-, peri- und postmortale Verletzungen .....	41
1.5	Weitere Methoden zur Identifizierung unbekannter Leichen .....	46
1.5.1	Gesichtsrekonstruktion .....	46
1.5.2	Superimposition.....	49

1.5.3	CT-Aufnahmen bei skelettierten Leichen .....	50
1.5.4	Fordisc.....	51
1.6	Prospektion – Vorgehensweise bei der Freilegung und Bergung von Skelettfunden .....	52
1.7	Vorgehensweisen bei Exhumierungen von Bestattungen und molekularbiologischen Fragestellungen .....	53
1.8	Übliche Praxis bei Knochenfunden in Hamburg und Umgebung.....	54
1.8.1	Kurz-Kasuistik: Schädel zertrümmern.....	56
1.8.2	Aufgaben und Funktionen ermittelnder Behörden und Problematiken.....	57
2	Material und Methoden.....	58
2.1	Beobachtungszeitraum.....	58
2.2	Fallgruppe .....	58
2.3	Erfassungsgebiet .....	58
2.4	Methodisches Vorgehen.....	59
3	Ergebnisse .....	60
3.1	Knochenfunde in Hamburg und Umgebung .....	60
3.1.1	Knochenfundverteilung und zuständige Polizeikommissariate .....	60
3.1.2	Anzahl der Knochenfunde der jeweiligen Monate.....	64
3.1.3	Fundort .....	67
3.1.4	Finder .....	70
3.1.5	Spezies: Mensch oder Tierknochen?.....	70
3.1.6	Geschlecht.....	72
3.1.7	Geschätztes kalendarisches Alter.....	72
3.1.8	Körperhöhenschätzung.....	73
3.1.9	Liegezeiteinschätzung .....	73
3.1.10	Feststellung individueller identifizierender Merkmale .....	75

3.1.11	Durch die Staatsanwaltschaft angeordnete weitere Untersuchungen .....	76
3.1.12	Zusätzliche Untersuchungen .....	76
3.1.13	Anzeichen von prä-, peri- oder postmortalen Verletzungen.....	76
3.1.14	Todesursache.....	77
3.2	Was wurde tatsächlich gefunden? .....	77
3.2.1	Wie gelangt der Knochenfund in das Institut für Rechtsmedizin? .....	78
3.2.2	Historische Hintergründe des Fundorts .....	79
3.2.3	Vermisste Personen im Umfeld .....	79
4	Diskussion.....	80
4.1	Methodenkritik.....	80
4.2	Korrelation der Klimadaten der Wetterstation Hamburg Fuhlsbüttel mit den Knochenfunden von 1980–2015.....	80
4.2.1	Fundort .....	82
4.2.2	Finder .....	84
4.2.3	Spezies: Mensch oder Tierknochen?.....	85
4.2.4	Geschlecht.....	86
4.2.5	Geschätztes kalendarisches Alter.....	88
4.2.6	Körperhöhenschätzung.....	89
4.2.7	Liegezeiteinschätzung .....	92
4.2.8	Feststellung individueller identifizierender Merkmale.....	94
4.2.9	Frakturen, prä-, peri- oder postmortale Verletzungen sowie Todesursache .....	95
4.3	Arbeitsalltag beim Landeskriminalamt im Rahmen von Identifizierungen	96
4.3.1	AG Identifizierung .....	98
4.4	Kasuistiken: Beispiele anhand historischer und rezenter Fälle .....	100
4.4.1	Fall Säugling .....	100
4.4.2	Fall Langzeitvermisste .....	101

4.4.3	Fall St. Pauli.....	104
4.4.4	Fall Moora.....	105
4.4.5	Fall Boberg .....	108
4.4.6	Fall Inka .....	109
4.4.7	Fall Kinderskelett .....	110
5	Kleiner Exkurs: <i>Dumping</i> , Zerstückelung und Exhumierungen .....	112
5.1	Einleitung .....	112
5.2	Material und Methoden.....	113
5.3	Ergebnisse .....	113
5.3.1	Dumping .....	113
5.3.2	Zerstückelung .....	117
5.4	Diskussion.....	118
5.5	Exhumierungen mit Kurz-Kasuistiken.....	119
5.5.1	Kurz-Kasuistik 1 – der US-Pilot.....	120
5.5.2	Kurz-Kasuistik 2 – vier deutsche Unbekannte .....	121
5.5.3	Kurz-Kasuistik 3 – Alberto und die Italiener .....	122
6	Zusammenfassung.....	124
7	Literaturverzeichnis .....	128
8	Danksagung .....	141
9	Anhang.....	142
9.1	Abbildungsverzeichnis.....	142
9.2	Tabellenverzeichnis.....	144
10	Lebenslauf .....	145
11	Eidesstattliche Erklärung .....	146

# 1 Einleitung

---

## 1 Einleitung

Zufällige Knochenfunde sind gar nicht selten. Dies gilt zum Beispiel für Tiefbauarbeiten. Doch auch bei einem Spaziergang am Wasser, auf einem Waldweg oder beim Umgestalten des Gartens ist ein Knochenfund realistisch. Die meisten Menschen würden den Fund zuerst hochheben, begutachten, anfassen und somit die Lage verändern.

Ein Zurücklegen des Fundes würde den Tatort unwiederbringlich verfälschen. Oftmals wird der Fund mit nach Hause genommen, behalten oder aber auch verpackt, um ihn später bei der Polizei abzugeben.

Die Polizei nimmt in Absprache mit der Mordkommission das Übergeben des Fundes an das Institut für Rechtsmedizin vor. Dort wird geprüft, ob es sich um einen menschlichen oder tierischen Knochen und um einen rezenten Fund handelt. Gegebenenfalls werden Spezialisten, wie forensische Anthropologen, Rechtsmediziner oder Archäologen, am Fundort benötigt.

Falls für einen Fund ein kriminalistisch relevanter Hintergrund in Betracht kommt, der Fund somit rezent und menschlich ist, wird die Staatsanwaltschaft eingeschaltet. Diese entscheidet über das weitere Verfahren. Tierische sowie eindeutig aus früheren Zeiten stammende Knochen können in der Regel entsorgt werden.

Während *Leichendumping* und Leichenzerstückelung in der forensischen Routine eher zu den Raritäten zählen, werden Knochenfunde relativ häufig beobachtet und untersucht.

Die Arbeitsweise der Rechtsmedizin wurde durch die interdisziplinäre Kooperation mit der (forensischen) Anthropologie und durch moderne Kriminaltechnik verfeinert.

Der stetige Fortschritt der Technik hat präzisere Untersuchungen ermöglicht.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen retrospektiv die Weiterentwicklung des Methodenspektrums sowie die Bandbreite forensisch anthropologisch zu bearbeitender Routinefälle (von Knochenfund bis Sonderfall) durch die Auswertung osteologischer Gutachten über 427 Knochenfunde in Hamburg und Umgebung über einen Zeitraum von 35 Jahren untersucht werden. Zudem soll die Empfehlung eines Qualitätsstandards herausgearbeitet werden.

## 1 Einleitung

---

Dabei handelt es sich um eine retrospektive Auswertung der osteologischen und anthropologischen Gutachten des Instituts für Rechtsmedizin der Universität Hamburg unter dem Aspekt der Arbeitsabläufe, der Dokumentation, der Erfassung und Darstellung der diversen Funde durch forensische Anthropologen und Rechtsmediziner des Instituts über 35 Jahre.

Einige Kapitel sind eher allgemein und kurz gehalten, da in der Literatur zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen zu den einzelnen Punkten bestehen. Eine ausführliche Ausarbeitung jedes der einzelnen Themen würde den Umfang dieser Dissertation übersteigen. Weitere anthropologische Arbeitsfelder wie Zerstückelung, *Dumping* und Exhumierung gelangen daher in einem Exkurs mit kurzgefassten Kasuistiken zur Erörterung.

# 1 Einleitung

---

## 1.1 Die Ausbildung und der Beruf des forensischen Anthropologen

Anthropos, aus dem altgriechischen *ánthrōpos*, bedeutet Mensch und Logos bezieht sich auf die Lehre. Zusammengefügt ergeben die beiden Wörter Menschenkunde.

Das kleine akademische Fach Anthropologie mit seiner großen fachlichen Breite stellt ein Brückenfach zwischen Natur- und Kulturwissenschaften dar. Es beschäftigt sich sowohl mit unserer Spezies *Homo Sapiens* als auch mit den nicht-menschlichen Primaten und dem menschliche Kulturwesen – dieses gilt, soweit sich Aufgaben auf nichtpathologische und mit naturwissenschaftlichen Mitteln fassbare Merkmale beziehen. Das Fach Anthropologie ist Teil vieler Wissenschaften, wie z.B. der Philosophie, der Ethnologie, der Humanbiologie, der Genetik und auch der Geologie und Archäologie.

Die Begrifflichkeiten Anthropologie und Humanbiologie fanden über Jahre hinweg synonym Verwendung, da keine Klarheit darüber herrschte, welche Teilgebiete an welchen Standorten und für welches akademische Fach gelehrt werden. Daraufhin entwickelte die Gesellschaft für Anthropologie e.V. im Jahre 2005 ein Curriculum für die anthropologische Grundausbildung, während sich die Humanbiologie derzeit auf die naturwissenschaftlichen Aspekte beschränkt (Knußmann 1980, Grupe et al. 2012a, Trautmann 2014).

Der Begriff Forensik stammt von dem lateinischen *forum, in foro*. Dies bedeutet Forum oder Marktplatz, da Gerichtsverfahren im antiken Rom öffentlich und häufig auf dem Marktplatz praktiziert wurden. Die forensische Anthropologie umfasst sämtliche Teilgebiete der Anthropologie, die sich für die Rechtspflege als essenziell erweisen. Dabei ergeben sich zahlreiche Subdisziplinen und Überschneidungen mit anderen Gebieten, wie der Rechtsmedizin oder der Kriminaltechnik, und somit auch Chancen für eine positive interdisziplinäre Zusammenarbeit (Verhoff et al. 2006a).

Das historisch älteste Teilgebiet der forensischen Anthropologie stellt die forensische Osteologie dar. Sie befasst sich mit der Untersuchung von Knochen im Rahmen von forensischen Fragestellungen. Im engeren Sinne beschäftigt sich die forensische Osteologie mit Skelett- und Knochenfunden oder überwiegend

## 1 Einleitung

---

skelettierten Leichen bzw. Knochen mit dem Zwecke der Identifikation (Iskan 1981, Verhoff et al. 2006a).

Üblicherweise finden in der forensischen Osteologie eine Untersuchung und Beurteilung von kleinen Knochenfragmenten, einzelnen Knochen bis hin zu skelettierten Leichen oder unvollständigen Skeletten zum Zwecke der Identifikation statt. Klassisch wird mit der Methodentrias Morphologie, Osteometrie und Biometrie gearbeitet.

Neben der Feststellung der Humanspezifität, der Analyse möglicher Verletzungsspuren und pathologischen Veränderungen, stehen Hinweise zur Identität der Person im Fokus der Untersuchung (Verhoff & Kreutz 2004).

Wer sich in Deutschland für den Berufszweig der forensischen Osteologie interessiert, hat zwei Möglichkeiten, einzusteigen:

einerseits durch den erfolgreichen Abschluss des Humanmedizinstudiums mit anschließendem Facharzt für Rechtsmedizin, andererseits durch das Studium der biologischen Anthropologie, welche mittlerweile als *Bachelor-* und *Master-*Studiengang angeboten wird. Um an der Universität Hamburg den *Bachelor of Science* Biologie zu erlangen, bedarf es sechs Semester Regelstudienzeit sowie insgesamt, einschließlich der *Bachelorarbeit*, 180 zu erbringender Leistungspunkte (Lenzen 2012a).

Der darauf aufbauende *Master of Science* Biologie umfasst vier Semester Regelstudienzeit und, einschließlich der *Masterarbeit*, 120 zu erbringende Leistungspunkte, wobei „1 Leistungspunkt in der Regel einer Arbeitsbelastung von 25–30 Stunden“ (Lenzen 2012b) entspricht.

Um in Deutschland Rechtsmediziner/in zu werden, muss das Studium der Humanmedizin mit der Regelstudienzeit von sechs Jahren und drei Monaten mit dem Staatsexamen erfolgreich abgeschlossen werden. In den sich daran anschließenden fünf Jahren (60 Monate) Weiterbildungszeit bei einem Weiterbildungsbefugten kann die Facharztkompetenz erlangt werden. Forensische Untersuchungen lebender Personen und das Erstellen von Gutachten über andere Fragestellungen (Trunkenheit am Steuer, Schuldfähigkeit usw.), Obduktionen, forensisch- osteologische Expertisen sowie das Ausstellen von Todesbescheinigungen sind lediglich einige der Aufgaben eines Rechtsmediziners in Deutschland (Landesärztekammer Hessen 2016).

## 1 Einleitung

---

### 1.2 Angebote der rechtsmedizinischen Institutionen in Deutschland

Aktuell existieren 40 Institutionen für Rechtsmedizin in Deutschland: zwei in Berlin und jeweils ein Institut in Bonn, Bremen, Dortmund, Dresden, Duisburg, Düsseldorf, Erlangen/Nürnberg, Essen, Frankfurt/Main, Freiburg, Gera, Gießen, Göttingen, Greifswald, Halle, Hamburg, Hannover mit der Außenstelle Oldenburg, Heidelberg, Homburg/Saar, Jena, Kiel mit der Außenstelle Lübeck, Köln, Leipzig mit der Außenstelle Chemnitz, Magdeburg, Mainz, München, Münster, Potsdam mit der Außenstelle Frankfurt/Oder, Rostock mit der Außenstelle Schwerin, Saarbrücken, Tübingen, Ulm und Würzburg.

Neben universitären Institutionen befinden sich in Berlin das Landesinstitut für gerichtliche und soziale Medizin, in Bremen das Institut für Rechts- und Verkehrsmedizin des Klinikums Bremen Mitte und in Potsdam das brandenburgische Landesinstitut für Rechtsmedizin.

Von diesen 40 bzw. 35 Institutionen bieten zehn explizit forensisch anthropologische Untersuchungen an: Berlin Charité, Düsseldorf, Gießen, Hamburg, Hannover, Homburg, Jena, Köln, Magdeburg und München.

Die Angebote reichen von forensisch anthropologischen und osteologischen Gutachten bis zur Bildidentifikation. Ausschließlich Frankfurt am Main bietet innerhalb des Instituts Gesichtsrekonstruktionen an, während München über eine eigene Isotopenanalyse im Haus verfügt. Leipzig, Hamburg, Heidelberg, Homburg an der Saar und München bieten, unter anderem, forensische Radiologie in ihren Institutionen an (Bajanowski o.J.).

#### 1.2.1 Zuständigkeitsbereich von Medizinern oder Anthropologen in Deutschlands Institutionen

Nur am Universitätsklinikum Eppendorf (UKE) in Hamburg ist eine forensische Anthropologin fest angestellt, während in der Charité in Berlin ein forensischer Anthropologe als freier wissenschaftlicher Mitarbeiter beschäftigt ist. An den anderen Institutionen wird diese Arbeit von Rechtsmedizinern übernommen.

Es gibt einige niedergelassene Praxen für forensische Anthropologie, die ihre Dienste anbieten, so in Blaubeuren, Erbach, Angermünde, Ulm, Füssen, Wettengel und München (Trautmann 2014, Kreutz 2016, Rösing 2017).

## 1 Einleitung

---

### 1.2.2 Ausbildung und Arbeit der forensischen Anthropologen in Deutschland im Vergleich zu den USA

Hinsichtlich der Ausbildung zum Rechtsmediziner bestehen zwischen Deutschland und den USA wenige Gemeinsamkeiten:

Während der US-Medizinstudent einmalig im zweiten Lehrjahr an einer Vorlesung *forensic pathology* teilnimmt, eine Obduktion besuchen darf und ein üblicherweise freiwilliger Vertiefungskurs im vierten Studienjahr angeboten wird, sieht das Pflichtcurriculum in Deutschland zwölf Stunden strukturierten Unterricht im Fach Rechtsmedizin vor (Anders et al. 2005, Bauer et al. 2007).

Vorlesungen, Sektionskurse und Seminare können ergänzend besucht werden. Zudem besteht Anwesenheitspflicht bei einem POL-Unterricht (Problemorientiertes Lernen) mit Fallbereitstellung.

Ein anderes System der Rechtsmedizin wird von Bauer et al. (2007) in Bezug auf den US-Bundesstaat Kentucky dargestellt:

#### Medical Examiner

Vergleichbar mit einem Rechtsmediziner werden in Kentucky *Medical Examiner* (ME) eingestellt. Dabei handelt es sich meist um Mediziner mit einer abgeschlossenen Weiterbildung in Pathologie und einem einjährigen *fellowship* (Weiterbildung) in forensischer Pathologie mit *board certification* durch das *American Board of Forensic Pathology*. In den USA müssen diese ME aber nicht immer einen medizinischen Hintergrund aufweisen. Auf eine Einwohnerzahl von vier Millionen kommen in Kentucky zehn festangestellte ME. Vorgesetzte sind die *Chief ME*, Träger der Einrichtung ist das *Justice and Public Safety Cabinet* des Bundesstaates. Im Obduktionsfall müssen die Leichen in die Hauptstadt Frankfort verbracht werden. Dort erhält ein ME den Auftrag zur *postmortem examination*. Der ME entscheidet selbstständig über Ausmaß sowie Umfang seiner rechtsmedizinischen Untersuchung. Auch ist er alleiniger Obduzent, der seinen *final report* an den jeweiligen *Coroner* sendet, welcher anschließend die Todesbescheinigung ausstellt. Der ME beschäftigt sich ausschließlich mit forensischer Pathologie. Forensische Untersuchungen lebender Personen, Gutachten oder Tatortbegehungen zählen nicht zu seiner Arbeit. Die Aufgaben

## 1 Einleitung

---

des ME sind klar geregelt, er kommt als Unterstützung eines *Coroners* zum Einsatz.

### Coroner

Im mittelalterlichen England hatte der *Coroner*, ein Beamter der Krone, vor allem die Aufgabe, die monetären Interessen der Monarchen zu vertreten.

Später führte dieser auch gerichtsmedizinische Untersuchungen an Verstorbenen durch. Im 17. Jahrhundert wurde der *Coroner* auch in Amerika eingeführt. Er wird traditionell alle vier Jahre von der Bevölkerung der jeweiligen *Counties* neu gewählt. Der *Coroner* ist meist politisch engagiert, benötigt jedoch keinerlei medizinische Ausbildung zur Ausübung seiner übertragenden Befugnisse. In Kentucky, beispielsweise, sind die alleinigen Bedingungen, dass die Person 24 Jahre alt ist, seit mindestens zwei Jahren in Kentucky lebt und keine Vorstrafen hat.

*„No person shall be eligible to the offices [...] who is not at the time of his election twenty-four years of age . . . , a citizen of Kentucky, and who has not resided in the State two years, and one year next preceding his election in the county and district in which he is a candidate. Ky. Const. § 100”* (Centers for Disease Control and Prevention 2014).

Häufig handelt es sich um Bestattungsunternehmer oder Ärzte, die nicht zwangsläufig Pathologen sind, die nebenberuflich als *Coroner* arbeiten. Ein *Coroner* untersucht natürliche oder nicht natürliche Todesfälle und fungiert teils auch als *medical investigator, forensic science technician*. Es herrscht keine bundesweite Regelung für die Qualifikation des *Coroners*, allerdings werden regelmäßige Aus- und Weiterbildungen durch das ME *Office* angeboten (Bauer et al. 2007, U.S. National Library of Medicine 2014).

Unabhängig voneinander existieren in den jeweiligen Staaten von Amerika MEs und/oder *Coroner*. Im Vergleich muss ein Bewerber für die Stelle eines *Coroner* in vier Staaten über eine medizinische Ausbildung als Arzt verfügen: in Kansas, Louisiana, Minnesota sowie Ohio.

In 15 weiteren Staaten muss der Bewerber kein Arzt sein, um *Coroner* zu werden, allerdings erhält der Bewerber eine spezielle Ausbildung in Alabama, Colorado,

## 1 Einleitung

---

Georgia, Idaho, Illinois, Indiana, Mississippi, Montana, Nebraska, Pennsylvania, South Carolina, South Dakota, Tennessee, West Virginia und in Wyoming.

In diesen 15 Staaten kann es jeweils *Coroner* und/oder *MEs* geben.

In folgenden 20 Staaten existiert kein Amt für einen *Coroner* und diese werden als *Medical Examiner States* bezeichnet: Alaska, Arizona, Connecticut, Delaware, District of Columbia, Florida, Iowa, Maine, Maryland, Massachusetts, Michigan, New Hampshire, New Jersey, New Mexico, Oklahoma, Oregon, Rhode Island, Utah, Vermont und Virginia (Centers for Disease Control and Prevention 2016).

### 1.3 Methoden der forensischen Anthropologie und Osteologie

Die Methoden der forensischen Anthropologie sowie der forensischen Osteologie erweisen sich als vielfältig. Häufiges Ziel stellt die Identifizierung dar.

Zunächst wird der Untersuchungsgegenstand makroskopisch begutachtet. Handelt es sich tatsächlich um einen Knochen, kann möglicherweise bereits anhand des geschulten Auges des Untersuchers zwischen Mensch und Tier differenziert werden. Im Falle eines menschlichen Knochens fragt der Auftraggeber nach dem postmortalen Intervall und nach möglichen Identitätshinweisen, diese beziehen sich auf das Geschlecht, das Alter, die Körperhöhe und die Herkunft. Auch pathologische oder traumatische Veränderungen, habituelle Besonderheiten oder artifizielle Veränderungen können Aufschluss in Bezug auf eine unbekannte Person geben (Verhoff et al. 2009). Eindeutige Gewissheit zur Feststellung der Identität der noch unbekannt Person kann mit einer DNA-Analyse und, falls gegeben, dem Zahnstatus erfolgen, sofern geeignetes Vergleichsmaterial vorhanden ist (Schwark et al. 2012).

Mit einer Röntgenvergleichsanalyse lassen sich unter anderem auch im Skelett fest verbundene Implantate mit deren Seriennummern vorfinden (vgl. 1.4.9). Falls keine der angegebenen Methoden zur Entdeckung der Identität führt, da eventuell keine verwertbare DNA extrahierbar oder kein geeignetes Vergleichsmaterial vorhanden ist, könnten eine Gesichtsrekonstruktion (vgl. 1.5.1) sowie eine Superimposition (vgl. 1.5.2) zur Anwendung gelangen.

### 1.3.1 Makroskopische Begutachtung

Der erfahrene Untersucher prüft zunächst morphologisch, ob es sich tatsächlich um einen Knochen handelt und nicht um ein Stück Holz, Kohle oder andere Gegenstände wie Styropor oder Nachbildungen von Knochen zu anatomisch-universitär anschaulichen Zwecken (vgl. 4.4.7).

Häufig werden tierische Knochen durch Schlacht- oder Grillabfälle gefunden und von Laien zunächst der Polizei und von dieser anschließend dem Institut für Rechtsmedizin vorgelegt. Meist sorgt ein erfahrener forensischer Untersucher schnell für Klarheit, da sich die Fundstücke schon makroskopisch von menschlichen Knochen unterscheiden (vgl. 1.3.2). Röhrenknochen ohne Gelenkanteil, fragmentierte Knochen, verbrannte oder kleinere Knochen von Hand- und Fußwurzeln verschiedener Tierspezies können dem Anschein nach von Laien durchaus als menschliche Knochen verkannt werden. Eine solche Differenzierung erweist sich auch für den erfahrenen Untersucher nicht immer als einfach. Mikroskopische und molekularbiologische Untersuchungen können diesbezüglich für Aufklärung sorgen.

### 1.3.2 Spezies und Beschaffenheit des Untersuchungsgegenstandes

Einige Knochenfunde werden vom Finder selbst einem örtlichen Mediziner vorgelegt, der den Knochen dann zunächst als menschlich einschätzt, bevor sich dieser im Institut für Rechtsmedizin doch als Knochen eines Tieres herausstellt.

Verhoff & Kreutz (2004) erklären sich dies anhand der Ausbildung der Ärzte, da im Studium die Osteologie einen relativ geringen Stellenwert innerhalb der anatomischen Lehreinheiten einnimmt und sich die meisten Ärzte in ihrem Berufsleben damit nicht oder kaum mehr befassen.

Vollständige Knochen sind meist bereits makroskopisch einem Säugetier oder einem Menschen zuzuordnen. So sind Tierknochen kompakter und im Vergleich zu Knochen gleicher Größenordnung schwerer. Nicht-menschliche Säugetierknochen weisen in ihren inneren Strukturen eine schmale, dichtere Compacta (Knochenrinde) sowie einen breiten Markraum ohne Spongiosa (Knochenbälkchen) auf (Kreutz & Verhoff 2002, Verhoff & Kreutz 2004, Verhoff 2008).

## 1 Einleitung

---

Um Knochenfragmente einer Spezies korrekt zuzuordnen, sollten für vergleichend anatomische Untersuchungen Vergleichsmaterialien sowohl von tierischen als auch von menschlichen Skeletten vorliegen. Dadurch gelingt in den meisten Fällen makroskopisch eine morphologische korrekte Zuordnung kleinerer Fragmente (Kreutz & Verhoff 2002, Verhoff & Kreutz 2004).

*„Erhebliche Schwierigkeiten kann indessen die Identifizierung von einzelnen, dislozierten menschlichen Fetenknochen bereiten, die bei ungünstigen Nebenumständen, z.B. starker Verwitterung oder partiellen Beschädigungen, leicht mit Geflügelresten oder Fetenresten mancher Säugetiere zu verwechseln sind“* (Herrmann et al. 2007, S. 137).

Bleibt eine differenzierte Diagnose aus, kann eine histologische Untersuchung an einem entkalkten Dünnschliffpräparat hinweisgebend sein (Verhoff et al. 2006a).

In Säugetierknochen fehlt histologisch eine geordnete Struktur der Osteone.

*„Menschliche Knochenreste zeigen eine zufällige Verteilung rundlicher, angedeutet polygonaler, nahezu gleichgroßer Osteone und Haversscher Kanäle, wohingegen zahlreiche Haustierarten oft eine plexiforme, gelegentlich lineare Anordnung unterschiedlich großer Osteone aufweisen“* (Verhoff et al. 2006a, S. A783, Verhoff et al. 2008) (vgl. Abb. 1).

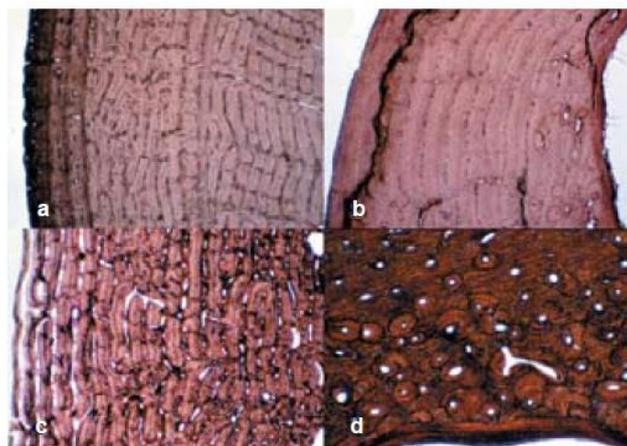


Abb. 1 Schliffpräparat der Kompakta eines langen Röhrenknochens. Zufällig verteilte Osteone von a) Schaf, b) Hund, c) Schwein. d) Mensch mit gleich großen Osteonen und Havers'schen Kanälen, modifiziert nach Verhoff et al. (2006a, S. A784)

## 1 Einleitung

---

Liefert eine histologische Untersuchung keine ausschlaggebende Diagnose, wird das zu untersuchende Material einer DNA-Analyse unterzogen.

Im Institut für Rechtsmedizin in Hamburg erfolgt die Analyse der mitochondrialen DNA (mtDNA) nur in speziellen Fragestellungen und wenn alternative Untersuchungsmethoden ausgeschöpft sind.

*„Die mtDNA Sequenzierung ist dann angezeigt, wenn die Kern-DNA zu stark degradiert ist und/oder in dem Untersuchungsmaterial per se keine ausreichende Kern-DNA-Menge enthalten ist“* (Brinkmann 2004, S. A2333).

### 1.3.3 Liegezeiteinschätzung, postmortales Intervall

Bekanntermaßen stellt die Klärung nach dem postmortalen Intervall (PMI), bezüglich eines Skelettes oder eines stark verwesenen Leichnams eine der schwierigsten Aufgaben der Rechtsmedizin/forensischen Osteologie dar.

Für die forensische Osteologie sind Liegezeiten bis zu 50 Jahre strafrechtlich relevant, da davon ausgegangen wird, dass der Täter nach dieser Zeit nicht mehr lebendig zur Rechenschaft gezogen werden kann (Kreutz & Verhoff 2002) (vgl. 3.1.9 und 4.2.7).

Sofern bekannt ist, dass der Fundort auf einem alten Friedhof liegt, lassen sich die gefundenen Knochen makroskopisch miteinander vergleichen, um so rezente Funde von den historischen auszuschließen. Vereinzelt können Knochen allerdings auch durch Muttererde an den Fundort (beispielsweise Baustelle) gelangen. Beifunde sowie der historische Hintergrund des Fundortes können dabei helfen, das PMI einzugrenzen.

Weitere Indikatoren zur Unterscheidung zwischen rezentem und historischem Fund sind *„starke Zahnabrasionen 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 zurückzuführen sind“* (Rösing et al. 2005, S. 36).

Bei Moorleichen beispielsweise gestaltet sich die Bestimmung des PMI besonders schwierig. Durch die Konservierung des Moores muss genauestens untersucht werden, ob die meist sehr gut erhaltene Leiche einem rezenten Delikt zum Opfer fiel oder doch seit Jahren unentdeckt im Moor lag (vgl. 4.4.4). Interdisziplinarität

## 1 Einleitung

---

zwischen Rechtsmedizin, forensischen Anthropologen, Archäologen, Biologen und Mitarbeitern der Landesdenkmalpflege spielt bei einem derartigen Fund eine ausnehmend große Rolle.

*„Nach dem Tode wirken Autolyse, Fäulnis, Tierfraß sowie physikalisch- chemische Eigenschaften der Umgebung auf einen Leichnam bzw. ein Leichenteil ein. Es kommt zunächst zu den frühen und dann den späten Leichenerscheinungen, die mit der vollständigen Skelettierung abgeschlossen sind“* (Verhoff & Kreutz 2004, S. 422).

Weitere physikalische Veränderungen, den Knochen betreffend, nennt man Dekomposition. Ein Knochen ist, je nach Dauer der Liegezeit, zahlreichen Umwelteinflüssen ausgesetzt, die unterschiedlichen Einfluss auf die Beschaffenheit des Knochens bei Fund nehmen. Verhoff et al. (2006) beschreiben in Abb. 2 makroskopisch sichtbare Dekompositionsvorgänge, die eine Liegezeit von über 50 Jahren wahrscheinlich machen und folglich den Fund historischer Knochen bestätigen.

- **Außerer Aspekt**
  - Makroskopisch keine Fettwachsspuren mehr
  - Tiefe Usuren der äußeren Compactaschichten
  - Flächenhafte Defekte der Knochenoberfläche
  - Intensiv schwarz-brauner Rasen von Mikroorganismen
  - Auffasern der äußeren Lamellensysteme
  - Abhebung der Kortikalis
  - Torsionen des Gewebes
  - Aufsitzendes Brushit
  - Knochen mit der Hand zu zerbrechen
  
- **An der frischen Sägefläche**
  - Fehlen von Fettwachsspuren
  - Brushit im Markraum
  - Reduzierte oder aufgehobene UV-Fluoreszenz

Abb. 2 Makroskopische Befunde am Knochen zum Ausschluss einer forensisch relevanten Erdliegezeit von 50 Jahren (Verhoff et al. 2006a, S. A784)

Das Liegemilieu ergibt sich bei Bodenlagerung aus der Bodenbeschaffenheit und bei Lagerung im Freien aus den klimatischen Bedingungen und dem Tierfraß. Der eher basische Knochen wird im sauren Bodenmilieu schneller zersetzt. Haben die Knochen bei Erdlagerung Kontakt nach außen, ist diese Stelle durch die Sonne

## 1 Einleitung

---

tendenziell ausgebleicht. In feuchtem Milieu entwickelt sich vornehmlich das konservierende Fettwachs (Veresterung des körpereigenen Fettes), während sich das feste Brushitsalz in erster Linie bei Trockenheit auf dem Knochen bildet. Diese und weitere Dekompositionsvorgänge sind am intakten und am aufgesägten Knochen, je nach Liegemilieu und -dauer, makroskopisch erkennbar. Ein Fehlen solcher Merkmale kann auf eine kurze Liegezeit hindeuten. Mit UV-Fluoreszenz lässt sich differieren, ob es sich um einen rezenten oder historischen Fund handelt: Bei einem rezenten Fund wird ein starkes Leuchten auf den aufgesägten Knochenanteilen erwartet, bei einem historischen Fund ist die Fluoreszenz hingegen fast aufgehoben (Kreutz & Verhoff 2002, Verhoff & Kreutz 2004, Müller 2008).

*„Oberflächenfunde von Knochen weisen zumeist witterungsabhängige Veränderungen auf. Lichtexposition führt zum Ausbleichen der nativ schwach buttergelben Knochenfärbung. Es resultieren ‚bleiche‘, weißliche Oberflächen: Anhaltende Erwärmung und Abkühlung der Oberfläche und abwechselnder Feuchtigkeitseintrag führen zu scholligen Zerfallsschichten („abblättern“) der Oberfläche“* (Herrmann et al. 2007, S. 122).

Laut Verhoff & Kreutz (2004, S. 424ff) wurden *„verschiedene physikalische, chemische und andere apparativ aufwändige Methoden [als] Ergänzung oder als Alternative zur Morphologie entwickelt und erprobt“*, bspw. Ultraschall und Aminosäurespektrombestimmung. *„Aus all diesen Ansätzen [ist] es bisher nicht gelungen, eine absolute und somit vom Liegemilieu unabhängige Untersuchungsmethode zu etablieren“*. Alle diese Messungen beruhen auf vielfältigen Veränderungen, *„die durch die Dekomposition verursacht werden“*.

Beigaben wie Werkzeug, Kleidung, Schmuck, die Beschaffenheit des Bodens, die Umgebungstemperatur, Pollenanalyse und evtl. die Existenz von Maden und Insekten mit ihren verschiedenen Entwicklungsstadien (Entomologie) könnten Aufschluss über die ungefähre Liegezeit geben.

Bei Knochenfunden im Freien können lediglich sehr grobe Aussagen über das PMI erfolgen, da in unseren Breitengraden für eine vollständige Skelettierung im Sommer mindestens zwei Monate notwendig sind. In Extremfällen können jedoch auch zwei bis vier Wochen genügen. Abhängig von der Tiefe der Bestattung eines Leichnams kann eine Dekomposition achtmal langsamer verlaufen als an der

## 1 Einleitung

---

Oberfläche. Im Winter kann eine vollständige Skelettierung erheblich länger dauern, da bei Frost die Dekomposition herabgesetzt wird (Grupe et al. 2015a nach Rodriguez 1997). Es heißt, dass der Verfall eines Leichnams an der Oberfläche innerhalb einer Woche äquivalent sei zu einem zweiwöchigen Aufenthalt im Wasser (Ayers 2010 nach Mann et al. 1990).

In der Studie von Ayers (2010) in Texas, USA, im Rahmen derer Schweinekadaver für bestimmte Zeiten in verschiedenen Elementen gelagert wurden, konnte diese Aussage nicht bestätigt werden. Jene Schweinekadaver, die in verschiedenen Wasserkonstellationen (Salzwasser, Frischwasser) lagen, skelettierten bereits, während die Oberflächen der Kadaver eine langsame Dekomposition zeigten. Laut Casper'scher Regel verlaufen Dekompositionsveränderungen unter der Erde achtmal langsamer als an der Luft. Am Erhaltungszustand von Knochen lassen sich für sich genommen keine genauen Einschätzungen des PMI treffen, da die Begleitumstände zu variabel sind (Verhoff & Kreutz 2004).

### 1.3.4 Radiokarbondatierung (C<sup>14</sup>-Datierung)

Heute gilt die Messung von Radionukliden als die zuverlässigste Messung. Die am meisten etablierte Messung ist die C<sup>14</sup>-Radiokarbondatierung aus dem Kollagen von Knochen. Allerdings eignet sich diese Messung eher zum Ausschluss rezenter Knochen, da sie eine Halbwertszeit von 100 bis 5.730 Jahren messen kann. Durch die Testung und Nutzung von Kernwaffen (Kernwaffen-Effekt) zwischen ca. 1940 und 1960 stieg die Konzentration von C<sup>14</sup> in der Atmosphäre stark an, um anschließend abzusinken. Bis heute ist die Konzentration nicht auf den Zustand vor 1940 gesunken. Daher ist anhand eines Knochens beurteilbar, ob der Tod vor oder nach den Kernwaffentests um 1950 eingetreten ist (Danner 2006). Weitere Nachteile beziehen sich auf die Kostspieligkeit (ab 350 Euro) und den hohen Verbrauch an Knochenmaterialien (Verhoff & Kreutz 2004, Zinka et al. 2011, Labor Leibniz Institut 2015).

Radiokarbondatierung wurde 1946 von dem Chemiker Willard Frank Libby entwickelt. Genutzt wird diese Untersuchung vorrangig in der archäologischen Altersbestimmung sowie in der Archäobotanik. Mit der Radiokarbondatierung

## 1 Einleitung

---

lassen sich anhand abgestorbener Organismen Zeiten von bis zu 50.000 Jahren bestimmen. Dieses Verfahren beruht auf dem Zerfall von radioaktiven  $C^{14}$ -Atomen und dem Verhältnis zwischen  $C^{14}$ -Atomen zu  $C^{12}$ -Atomen:

Neutronen und Stickstoffatome ( $N^{14}$ -Atome) stoßen in der Stratosphäre zusammen und es entstehen radioaktive  $C^{14}$ -Atome. Diese werden zu  $CO_2^{14}$ -Atomen oxidiert, von der Umwelt, Pflanzen und Tieren aufgenommen, solange sie leben.  $C^{14}$ -Atome zerfallen nach deren Ableben, während die stabileren  $C^{12}$ -Atome vorhanden bleiben. Nun kann man das Verhältnis zwischen  $C^{14}$ -Atomen und  $C^{12}$ -Atomen messen und somit das Alter bestimmen.

*„Nach dem Tod eines Organismus hört der Austausch von  $^{14}C$ -Atomen mit der Atmosphäre auf und die  $^{14}C$  Konzentration sinkt durch radioaktiven Zerfall mit einer Halbwertszeit von 5730 Jahren“ (Labor Leibniz Institut 2015).*

Die verbleibende  $C^{14}$ -Konzentration in der Probe kann mittels Zerfallszählung bzw. der Beschleuniger-Massenspektrometrie (AMS) innerhalb weniger Stunden/Tage ermittelt werden (Labor Leibniz Institut 2015).

Einen neuen methodischen Ansatz zur Liegezeitbestimmung stellt die Methode nach Zinka et al. (2011) dar. Die Bestimmung des Verhältnisses der spezifischen Aktivitäten der Radionuklide Thorium ( $Th^{228}$ ) und Radium ( $Ra^{228}$ ) fand bislang bei Pflanzen und Meerestieren zur Altersbestimmung Anwendung. Thorium und Radium findet man im Boden, Pflanzen und tierischem Gewebe. Thorium wird vor allem durch Inhalation im Knochen und in der Leber gespeichert, während Radium durch Inhalation und Nahrung in den Blutkreislauf und somit ebenfalls in den Knochen gelangt. Verursacht durch die Nahrungs- und Trinkwasseraufnahme, nimmt die spezifische Aktivität in Knochengewebe in der Reihenfolge  $Ra^{228} > Th^{228} \gg Th^{232}$  ab, *„daher sind signifikante Änderungen der spezifischen Aktivität des  $^{228}Th$  und des  $^{228}Ra$  im Knochengewebe gemäß dem Zeitgesetz des radioaktiven Zerfalls in Abhängigkeit von der Zeit nach der Beendigung der Nahrungszufuhr, d.h. nach dem Eintritt des Todes, zu erwarten“* (Zinka et al. 2011, S. 126). Dieser Ansatz muss allerdings noch optimiert werden und ist derzeit noch nicht zuverlässig einsetzbar.

## 1 Einleitung

---

### 1.4 Identitätshinweise

Die Identität eines unbekanntes Toten mit Gewebe lässt sich durch einige äußere Umstände schnell klären. Tätowierungen, Narben oder körperliche Besonderheiten oder aber auch die Kleidung können zur Identifizierung führen. Mit prämortalem Bildmaterial zum Abgleich der individuellen Merkmale bekommt der noch Unbekannte schnell einen Namen.

Bei skelettierten Leichen fehlen individuelle Merkmale durch Gewebe, wie Tätowierungen, Fingerabdrücke oder (oberflächliche) Narben. Diesbezüglich ist eine Identifikation schwieriger vorzunehmen und nicht immer eindeutig möglich. Eine DNA-Analyse sowie ein zahnärztliches Gutachten könnten zur Identifizierung eines skelettierten Leichnams beitragen (vgl. 1.4.7 und 1.4.8).

Bestehen im Vorfeld keinerlei Hinweise auf die Identität des Toten, müssen alle möglichen Merkmale, wie das Geschlecht, das Lebensalter, die Körperhöhe, die Herkunft, pathologische oder traumatische Veränderungen oder habituelle und auch artifizielle Besonderheiten, untersucht und herausgearbeitet werden, um eine erfolgreiche Identifikation mithilfe der Polizei zu ermöglichen. All diese Informationen können bei einem kompletten, skelettierten Leichnam herausgearbeitet werden.

#### 1.4.1 Geschlechtsbestimmung

Hier stehen den makroskopischen, einfacheren Untersuchungen die komplizierteren morphometrischen und die aufwendigeren, teureren, aber treffsichereren molekularbiologischen Untersuchungen einander gegenüber (Rösing et al. 2005).

Die Geschlechtsbestimmung eines unbekanntes Skeletts erfolgt zunächst makroskopisch an markanten sexualdimorphen Knochen wie Schädel und Becken. Durch die Reproduzierbarkeit des weiblichen Geschlechtes wird dem Becken eine höhere Gewichtung zugetragen als dem Schädel (Dettmeyer & Verhoff 2011).

## 1 Einleitung

---

*„Es bleibt aber festzuhalten, dass das biologische Geschlecht eine so wichtige und tief greifende Eigenschaft ist, dass sie im Prinzip mit allen anderen Strukturen auch rekonstruiert werden kann“* (Rösing et al. 2005, S. 33). Im Allgemeinen sind anatomisch bedingte geschlechtsdimorphe Merkmale bestimmbar.

*„Für die Geschlechtsdiagnostik am gesamten Skelett gilt, dass schwächere oder kleinere Ausprägungen von Merkmalen für ein weibliches Individuum sprechen. Einzige Ausnahme bilden die Tubera frontalia [Stirnbein] und parietalia [Scheitelbein], die am weiblichen Schädel besser oder eher sichtbar sind als am männlichen Schädel“* (Dettmeyer & Verhoff 2011, S. 234f).

Einige geschlechtsdimorphe Merkmale, vor allem am Schädel und am Beckenknochen, beschreibt folgende Tabelle 1 frei nach Rösing et al. (2005):

# 1 Einleitung

Tab. 1 Geschlechtsdimorphe Merkmale, frei nach Rösing et al. (2005, S. 34)

<b>Geschlechtsdimorphe Merkmale</b>	<b>Männlich</b>	<b>Weiblich</b>
<b>Schädel</b>		
Glabella & Arcus superciliaris	Prominent, reliefreich	Glatt
Margo supraorbitalis	Gerundet	Scharfgratig
Jochbogen & Crista supramastoidea	Dick, scharfgratig	Dünn, rundlich
Orbitaform	Rechteckig, niedrig	Rund, hoch
Stirnform	Fliehend, kaum Höcker	Steil, eher Höcker
Os zygomaticum	Großflächig, reliefiert	Klein, glatt
Proc. mastoideus	Kräftig	Klein
Angulus mandibulae	Eversion & Muskelmarken	Glatt
Mentum mandibulae	Betont, oft dreieckig	Glatt, rund
Relief des Planum nuchale	Rau	Flach, glatt
<b>Becken</b>		
Angulus pubis	Weniger als 90° (spitz)	Mehr als 90° (stumpf), Äste konkav gebogen
Arc composé	Bogen trifft vorne auf die Facies	Bogen trifft erst hinten auf die Facies
Incisura ischiadica major	Engerer Einschnitt, Scheitel der Kurve stärker gerundet	Offenerer Winkel mit Knick am Scheitel → außerhalb EU oft unzuverlässig
Foramen obturatum	Oval	Dreieckig
Beckeneingangskontur	Herzförmig	Elliptisch
Acetabulum	Größer	Kleiner
Sulcus praeauricularis	Nicht vorhanden	Vorhanden

Für all diese Merkmale und deren Ausprägungsgrade existiert eine Skala, die von hyperfemininem, femininem, indifferentem über maskulinen zu hypermaskulinem Grad reicht (Verhoff 2008 aus Acsádi & Nemeskéri 1970).

*„Durch die Angabe von Merkmalsprädikaten (+2, +1, 0, -1, -2) lassen sich die untersuchten Merkmale gewichten und die Geschlechter entweder eindeutig männlich oder weiblich, in ihrer Tendenz männlich oder weiblich oder lediglich indifferent bewerten“ (Alt & Röder 2009, S. 94).*

## 1 Einleitung

---

In der Studie zur Geschlechtsbestimmung von Jopp et al. (2007b) wird empfohlen, diese fünfstufige Skala in eine dreistufige Skala zu wandeln: feminin – indifferent – maskulin, um eine eindeutige Diagnose zu erleichtern.

Um der Subjektivität entgegenzuwirken, gelangen zusätzlich zur makroskopischen Untersuchung morphometrische Verfahren zum Einsatz. Insbesondere die Diskriminanzanalyse findet bevorzugt Nutzung. *„Dazu werden in Stichproben vermeintlich geschlechtsdimorphe Längen- und Distanzmaße erhoben und mit deren Hilfe Diskriminanzfunktionen entwickelt“* (Verhoff et al. 2006a, S. A786), anhand derer sich das Geschlecht feststellen lässt.

Auch lässt sich aus einem bereits erarbeiteten Kollektiv (Bass 1995) ablesen, ob die gemessenen eigenen Daten eher auf männliches oder weibliches Geschlecht zutreffen (Verhoff et al. 2006a).

Bereits seit 2005 wird der Winkel des Meatus acusticus internus als Zusatzkriterium für die Geschlechtsbestimmung adulter Individuen genutzt. Bei Europäern soll der laterale Winkel im weiblichen Geschlecht größer, im männlichen Geschlecht kleiner als 45° sein (Graw et al. 2005). Es stellt sich die Frage, *„ob ein bei Adulten bewährtes Kriterium, der Verlauf des Meatus acusticus internus, auch an kindlichen Petrosa zuverlässig anwendbar ist, da die Felsenbeine sich nach dem zweiten Lebensjahr nur noch sehr begrenzt weiter entwickeln“* (Graw et al. 2009, S. 260).

Da bei Skeletten von Kindern die Geschlechtsmerkmale vor der Pubertät noch nicht voll ausgeprägt sein können, wird meist eine molekularbiologische Untersuchung angeschlossen. Ist ein Zahnstatus vorhanden, wird üblicherweise interdisziplinär, speziell bei Kindern, ein Odontostomatologe herangezogen.

Die Kronen der Zähne sind je nach Alter der Kinder verschieden weit ausgebildet und lassen sich durch Freipräparieren oder durch Röntgenaufnahmen untersuchen (Rösing et al. 2005). Molekularbiologisch kann das Geschlecht durch die Gene der X und Y Chromosomen anhand der Polymerasekettenreaktionmethode (PCR) bestimmt werden.

2010 wurde bereits durch Kolencherry et al. ein Zusammenhang zwischen den Schädelmaßen (Länge und Breite) und der Körperhöhe bzw. dem Geschlecht anhand eines größeren Datenkollektivs von Autopsieberichten der Universität Gießen geprüft. Zwischen Schädelmaßen und Körperhöhe herrschte keine

## 1 Einleitung

---

Korrelation. Allerdings könnten Schädelmaße bei kaukasoiden Individuen bezüglich der Geschlechtsbestimmung nutzbar sein (vgl. Tab. 2).

Tab. 2 Korrelation zwischen Schädelmaßen und Geschlecht, modifiziert nach Kolencherry et al. (2010, S. 502)

<b>Geschlecht</b>	<b>Schädellänge</b>	<b>Schädelbreite</b>
Männlich	>19cm	>15,5cm
Weiblich	<15,5cm	<12,5cm

Um die analoge anthropometrische Messung z.B. des Schädels zu ergänzen, wurde von Kragh et al. (2011) mit digitalen Untersuchungen (CT Messungen) ein Methodenvergleich auf ihre Reliabilität geprüft (Kragh et al. 2011). Virtuelle 3D Rekonstruktionen sind heute vergleichbar mit manuellen anthropometrischen Messungen. So wurde die in der Literatur geforderte richtige Zuordnung von mindestens 70 % bei diesem Vergleich weit überschritten. Da die Digitalisierung im heutigen Zeitalter unter anderem in der forensischen Anthropologie ein neues Feld eröffnet, sich aber noch in den Anfängen befindet, nimmt deren alltägliche Nutzung noch etwas mehr Zeit und Übung in Anspruch. Sowohl die Geschlechtsdifferenzierung als auch die Körperhöhenmessung lassen sich mit einem solchen Verfahren wahrscheinlich durch künftige Automatisierung zuverlässig bestimmen (Kragh et al. 2011).

*„Umfangreiche morphologische und morphometrische Untersuchungen an Skeletten [oder durch CT an lebenden Menschen] aus aktuellen Populationen mit genauer Kenntnis von Geschlecht, Lebensalter und Körpergröße sind notwendig“* (Verhoff et al. 2006b, S. 29), um ein aktuelles Datenkollektiv zu erstellen. Darauf könnte zurückgegriffen und auf eine Nutzung des kostspieligen CT für die Geschlechts- oder Körperhöhenbestimmung verzichtet werden. Allerdings können die digitalen Untersuchungen bei beispielsweise *„stark autolytisch veränderten Leichen [...] die Identifizierung von Leichen- oder Skelettfunden [...] erleichtern“* (Kragh et al. 2011, S. 445). Bei Leichenbrand wird erst makroskopisch und morphometrisch, anschließend molekularbiologisch vorgegangen. Beachtung

## 1 Einleitung

---

finden muss, dass eine Verbrennung der Knochen 10–12 % Schrumpfung und auch Verformungen verursacht (Rösing et al. 2005).

In einer Studie zur Geschlechtsbestimmung am Beckenknochen von Jopp et al. (2007b) wurde die Aussagekraft des Sulcus praeauricularis unterhalb der Facies auricularis am Becken untersucht (vgl. Abb. 3). Laut Novotný (1972) gilt der Sulcus praeauricularis unter den Einzelmerkmalen als ein geschlechtstypisches Merkmal mit einer hohen Aussagekraft und auch Grupe et al. (2015c, S. 258) beschreiben den Sulcus als *„Merkmal [welches] in eindeutiger Form praktisch nur bei Frauen zu sehen“* sei und fassen nach Breitinger (1990) zusammen, dass *„dieses Merkmal [...] häufig mit den bei einer Geburt auftretenden mechanischen Belastungen in Zusammenhang gebracht“* wird.

Die Arbeitsgemeinschaft für forensische Altersdiagnostik (AGFAD) empfiehlt daher, dass *„der Sulcus praeauricularis nur noch zweifach gewichtet [wird]; dies geschieht mit dem Hinweis, dass – wenn er vorhanden ist – das Geschlecht mit weiblich zu beurteilen ist. Ist er nicht vorhanden, kann keine Aussage getroffen werden“* (Jopp et al. 2007b, S. 311, Rösing et al. 2005).

In einer Studie von Jopp et al. (2007b, S. 312) konnte gezeigt werden, dass *„es sich letztlich um die subjektive Beurteilung einer morphologischen Struktur handelt“* und *„die Erfahrung [des einzelnen Untersuchers] in der vorliegenden Studie keinen Einfluss auf die korrekte Geschlechtsdiagnose zu haben“* scheint.

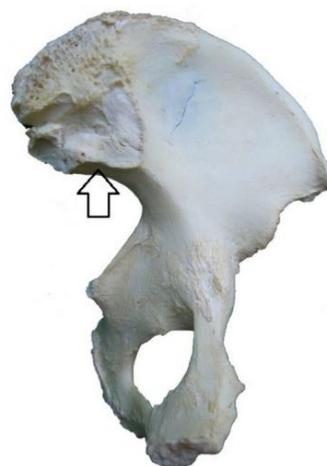


Abb. 3 Sulcus praeauricularis, weibliches Becken, linke Hüfte, modifiziert nach Agha (2009, S. 21)

## 1 Einleitung

---

Generell gilt, dass stets mehrere Merkmale verglichen werden sollten, denn bei einem einzigen Merkmal kann eine richtige Geschlechtsbestimmung durch die Komplexität des Skeletts, die Variabilität der Merkmalsausprägungen und den Mangel an objektiv nicht quantifizierbaren Merkmalen durchaus schwierig werden. *„Schwierigkeiten bei der Diagnose bereiten robuste Frauen und grazile Männer, aber durch die hohe Anzahl untersuchter Merkmale ergeben sich meist doch relativ sichere Hinweise auf das Geschlecht“* (Alt & Röder 2009, S. 94).

### 1.4.2 Altersbestimmung

Die forensische Lebensaltersbestimmung kann sowohl lebende Menschen als auch die Untersuchung an forensisch anthropologischen Überresten eines unbekanntes Toten betreffen.

Das biologische Alter eines Individuums wird am körperlichen Verfallszustand gemessen, während das kalendarische bzw. chronologische Alter als reine Zeitangabe gilt und sich aufgrund exogener Faktoren am Skelett modifizieren lässt (Hermann et al. 2007, Grupe et al. 2012b).

*„Als Folge der natürlichen Variabilität der Altersvorgänge ist das biologische Skeletalter in jedem Falle mit einer gewissen Unsicherheit behaftet und stimmt nur näherungsweise mit dem chronologischen Alter überein“* (Cueni 1992, S. 47).

Bei der Arbeit an bereits skelettierten, unbekanntes Verstorbenen wird das biologische Alter zum Zeitpunkt des Todes zum Zwecke der Identifikation und Abgleich mit vermissten Personen im Umfeld bestimmt.

Bei Fetus-/Säuglingsskeletten kann anhand der Neonatallinie (sichtbar mittels Rasterelektronenmikroskopie im Zahnschmelz) und *„mithilfe der Auszählung von regulären Schmelzinkrementen mit zirkadianer Periodizität die Dauer der postnatalen Lebensspanne bestimmt werden“* (Witzel 2014, S. 168). Diesbezüglich besteht jedoch weiterhin Forschungsbedarf.

Für Nichterwachsene bis etwa zum 12.–14. Lebensjahr stellt die Methode der Wahl die Mineralisation der Zähne dar. Dabei ist der Entwicklungsgrad von Milch- und Dauerzähnen anhand von Röntgenaufnahmen von Ober- und Unterkiefer zu untersuchen. Insbesondere ist auf die Entwicklungsstadien von Zahnkronen, -hälsen und -wurzeln zu achten (Rösing et al. 2005, Ubelaker 1978).

## 1 Einleitung

---

Aus dem Verknöcherungsgrad der Wachstumsfugen des Schädels lassen sich zusätzlich Hinweise zur Altersdiagnostik bei Kindern und Jugendlichen gewinnen (vgl. Tab. 3).

Tab. 3 Wachstumsfugen des Schädels, vereinfacht aus Paulsen & Tillmann (2010, S. 109)

<b>Wachstumsfugen Sutur/ Synchronrose</b>	<b>Verknöcherung im</b>
Synchondrosis intraoccipitalis posterior (hintere Schädelhauptnaht, posterior)	1.–2. Lebensjahr
Sutura frontalis (Stirnnaht)	1.–2. Lebensjahr
Synchondrosis intraoccipitalis anterior (hintere Schädelhauptnaht, anterior)	6.–7. Lebensjahr
Synchondrosis sphenoccipitalis	20. Lebensjahr
Sutura sagittalis (Pfeilnaht)	20.–30. Lebensjahr
Sutura coronalis (Kranznaht)	30.–40. Lebensjahr
Sutura lambdoidea (Lambdanaht)	40.–50. Lebensjahr

Bei der Altersdiagnostik von Jugendlichen zwischen 15 und 25 Jahren wird die Untersuchung der Epiphysenfugen bevorzugt (vgl. Abb. 4). „*Traditionell wurde der Verschluss der Sphenobasilarfuge als Übergangsmerkmal zwischen juveniler und adulter Alterspanne gedeutet*“ (Grupe et al. 2015d, S. 270) (vgl. Abb. 5).

# 1 Einleitung

---

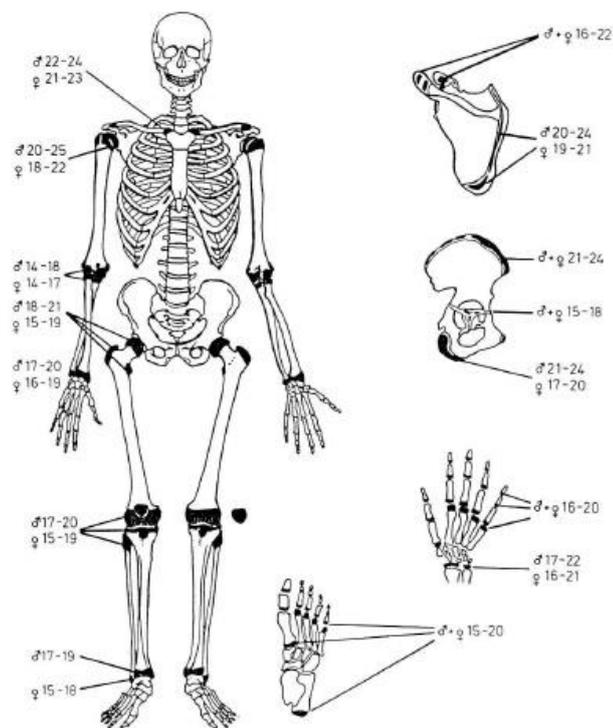


Abb. 4 Lebensalter des Epiphysenverschlusses (Cueni 1992, S. 49 nach Ferembach et al. 1979)

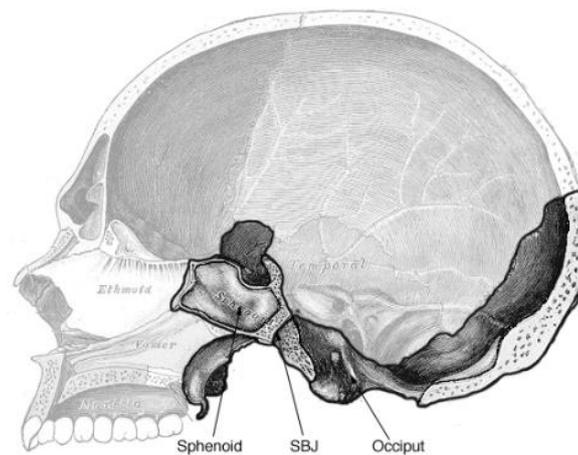


Abb. 5 Sphenobasilarfuge (SBJ) (=Synchondrosis sphenobasilaris) (Sumner & Haines 2011)

Das Längenwachstum von Röhrenknochen findet im Bereich ihrer Enden (Epiphysen) an den Wachstumsplatten statt. „Nach Auftreten der epiphysären Kerne bleibt bis zum Abschluss des Wachstums eine zunehmend schmäler werdende Fuge bestehen [...]“ (Milz et al. 2002, S. 835).

## 1 Einleitung

---

Während des Wachstums und der Entwicklung eines jungen Menschen ist die Lebensaltersbestimmung am Skelett durch diese Wachstumsossifikationen nachvollziehbar. Sobald sich die Wachstumsfugen jedoch geschlossen haben, befindet sich der Mensch im mittleren und höheren Lebensalter, das gestaltet es schwierig, ein genaues Alter zu ermitteln (Grupe et al. 2015d).

Dass es sich um einen Erwachsenen handelt, lässt sich anhand des allgemeinen Verfalls des Körpers und dessen biologischen Prozessen feststellen. Die Knochen degenerieren und verändern sich (Osteoporose), die Zähne zeigen Abnutzungen und Zahnbehandlungen. Auch die Gelenke verändern sich regressiv (Arthrose) (Rösing et al. 2005). Um eine möglichst annähernde Lebensaltersschätzung zu erreichen, können einige Methoden in Kombination Hinweise geben. So können z.B. der Zustand der Epiphysenfugen, der Zahnstatus, die Schädelnahtossifikation sowie mögliche degenerative Prozesse Aufschluss geben (Szilvássy & Kritscher 1990, Verhoff 2008). Einige Anhaltspunkte für das Individualalter am Skelett zeigt Tab. 4.

Tab. 4 Anhaltspunkte für das Individualalter am Skelett frei nach Verhoff et al. (2006b, S. 29)

<b>Anhaltspunkte für das Individualalter am Skelett</b>
Zustand der Epiphysenfugen
Zahnstatus
Oberflächenrelief der Symphyse
Nahtobliteration des Schädels
Degenerative Prozesse am Bewegungsapparat

*„The age at death can be determined with fair accuracy by epiphyseal closure up to age 25 and by the pubic symphysis to about age 50“ (Kerley 1965, S. 149).*

Mittels eines Fragments der Röhrenknochendiaphyse kann auch eine mikroskopische Altersbestimmung repräsentable Ergebnisse ermöglichen. Dazu benötigt es lediglich ein kleines Stück Material, sodass sich auch anhand von fragmentierten Knochenstücken eine mikroskopische Altersbestimmung als durchführbar erweist (Kerley 1965). Kerley (1965) beschreibt, dass die Osteone mit ihrem zentral liegenden Havers'schen Kanal, in dem die Blutgefäße liegen,

## 1 Einleitung

---

und ihren konzentrisch angeordneten Lamellen und die Anzahl der „*non-Haversian canals*“ bei der mikroskopischen Untersuchung bzgl. des Alters ausschlaggebend sind (vgl. 1.3.2).

Die „*non-Haversian canals*“ werden gedeutet als von Osteoklasten umgebautes Knochengewebe, welches den Osteonen ähnlich sieht, nur ohne Lamellen.

Je älter das Individuum ist, desto weniger Lamellen seien mikroskopisch um die vermehrten Osteone nachweisbar. Die „*non-Haversian canals*“ sollen sogar ab dem 55. Lebensjahr komplett verschwinden, während sie in der Kindheit mit einer hohen Anzahl vertreten sind.

Das Gebiss eines Erwachsenen lässt sich ebenfalls histologisch, radiologisch und makroskopisch auf Altersmerkmale untersuchen, wobei hier auf die Interdisziplinarität mit einem Odontostomatologen hingewiesen sei (Rösing et al. 2005) (vgl. 1.4.9).

Die Schätzung des Lebensalters wird trotz jahrelang genutzter Methoden immer wieder kontrovers diskutiert: In der Studie von Jopp et al. (2007a) werden die altersbedingten Veränderungen der Schambeinsymphysen mithilfe von zwei verschiedenen etablierten Methoden vergleichend untersucht. Anhand einer alters- und geschlechtsbekannten Stichprobe wurden die Methoden nach Nemeskéri et al. (1960) und nach Brooks & Suchey (1990) auf ihre Genauigkeit hin überprüft. Im Ergebnis zeigten beide Verfahren die bereits in der Literatur vielfach diskutierten Defizite. Um Erleichterung zu schaffen, schlagen Jopp et al. (2007a, S. 310) vor, „*die charakteristischen altersbedingten Veränderungen der einzelnen Phasen nach einem Kriterienkatalog abzuarbeiten*“, um eine spezifische Phase und somit eine sicherere Alterseinschätzung erörtern zu können.

Aufgrund generationenübergreifender Entwicklungsbeschleunigung durch verbesserte Lebensbedingungen (säkulare Akzeleration) hat die Körperhöhe des Individuums in Europa durchschnittlich um ca. 16–18 cm zugenommen und sollte bei der Altersdiagnose berücksichtigt werden (Rösing et al. 2005, Grupe et al. 2012b).

Letztendlich müssen auch bei der Altersbestimmung bei Toten sowie bei lebendigen Menschen mehrere Methoden und Merkmale ausgeschöpft werden, um ein adäquates Ergebnis zu erreichen.

# 1 Einleitung

## 1.4.3 Körperhöhe und Osteometrie

Neben dem Geschlecht und dem Lebensalter ist die Körperhöhe eines unbekanntem Toten bei der Identifikation relevant. Die Röhrenknochen der Extremitäten stehen in einem linearen Verhältnis zur Gesamtkörperlänge und eignen sich deshalb zur Körperhöhenschätzung. Mittels größerer Fragmente eines Röhrenknochens kann der Knochen an sich errechnet und daraus wiederum die Körperhöhe berechnet werden. Solche Bestimmungen sind stark fehlerbehaftet. Mehrere Regressionsformeln sollten zur Anwendung gelangen. Die Errechnung der Körperhöhe mittels Regressionsformeln stellt daher lediglich eine Schätzung der tatsächlichen Körpergröße dar. Ähnlich wie bei der Lebensaltersbestimmung und der Schätzung des Geschlechts, ist auch die Körperhöhe stark populations-, lebensalters- sowie geschlechtsabhängig.

Die Grundlage der zahlreichen Formeln zur Berechnung der Körperhöhe bildet die lineare Regression (Herrmann et al. 1990, Verhoff et al. 2006a). Einige dieser Berechnungsformeln sind in Abb. 6 und Abb. 7 dargestellt. Sie zeigen unterschiedliche Maße für die jeweiligen Röhrenknochen und sind in männliches und weibliches Geschlecht aufgeteilt.

**Tab. 3.17** Berechnungsformeln zur Ermittlung der Körpergröße im Vergleich

Rother (1978)	Penning und Riepert (2003)
<b>Männliches Geschlecht</b>	
$y = 56,58 + 2,31 \times \text{Femurlänge} (\pm 4,04 \text{ cm})$	$G = 2,63 \times \text{Femurlänge} + 48,8 \text{ cm} (\pm 4,4 \text{ cm})$
$y = 69,40 + 2,83 \times \text{Humeruslänge} (\pm 4,81 \text{ cm})$	$G = 2,98 \times \text{Humeruslänge} + 73,4 \text{ cm} (\pm 5,7 \text{ cm})$
$y = 50,94 + 2,95 \times \text{Tibiallänge} (\pm 3,27 \text{ cm})$	$G = 2,75 \times \text{Tibiallänge} + 67,2 \text{ cm} (\pm 4,4 \text{ cm})$
$y = 74,24 + 3,96 \times \text{Radiuslänge} (\pm 4,49 \text{ cm})$	$G = 4,24 \times \text{Radiuslänge} + 69,0 \text{ cm} (\pm 5,3 \text{ cm})$
<b>Weibliches Geschlecht</b>	
$y = 102,63 + 1,11 \times \text{Femurlänge} (\pm 4,03 \text{ cm})$	$G = 2,43 \times \text{Femurlänge} + 55,5 \text{ cm} (\pm 4,1 \text{ cm})$
$y = 96,85 + 1,76 \times \text{Humeruslänge} (\pm 3,92 \text{ cm})$	$G = 3,26 \times \text{Humeruslänge} + 62,1 \text{ cm} (\pm 4,7 \text{ cm})$
$y = 96,44 + 1,53 \times \text{Tibiallänge} (\pm 4,10 \text{ cm})$	$G = 2,69 \times \text{Tibiallänge} + 65,9 \text{ cm} (\pm 4,1 \text{ cm})$
$y = 102,17 + 2,21 \times \text{Radiuslänge} (\pm 4,30 \text{ cm})$	$G = 3,86 \times \text{Radiuslänge} + 75,8 \text{ cm} (\pm 5,1 \text{ cm})$

Abb. 6 Unterschiede zweier Formeln von Rother, Penning und Riepert (Madea 2015, S. 151)

# 1 Einleitung

Breitinger (1938)	$KH = 83.21 + 2.715 \text{ Humerus} \pm 4.9 \text{ cm (H2)}$ $= 97.00 + 2.968 \text{ Radius} \pm 5.4 \text{ cm (R1b)}$ $= 94.31 + 1.645 \text{ Femur} \pm 4.8 \text{ cm (F1)}$ $= 95.59 + 1.988 \text{ Tibia} \pm 4.7 \text{ cm (T1b)}$
Pearson (1899)	$KH = 70.641 + 2.894 \text{ Humerus} \pm 3.3 \text{ cm (H1)}$ $= 85.925 + 3.271 \text{ Radius} \pm 4.0 \text{ cm (R1)}$ $= 81.306 + 1.880 \text{ Femur} \pm 3.3 \text{ cm (F1)}$ $= 78.664 + 2.376 \text{ Tibia} \pm 3.5 \text{ cm (T1)}$ $= 71.272 + 1.159 (F + T) \pm 3.0 \text{ cm}$
Rother (1978)	$KH = 69.40 + 2.83 \text{ Humerus} \pm 4.81 \text{ cm (H1)}$ $= 74.24 + 3.66 \text{ Radius} \pm 4.49 \text{ cm } (\approx R1b)$ $= 56.58 + 2.31 \text{ Femur} \pm 4.04 \text{ cm } (\approx F1)$ $= 50.94 + 2.95 \text{ Tibia} \pm 3.27 \text{ cm } (\approx T1b)$ $= 40.68 + 0.95 F + 2.07 T \pm 2.93 \text{ cm}$
Trotter (1970)	$KH = 70.45 + 3.08 \text{ Humerus} \pm 4.05 \text{ cm (H1)}$ $= 79.01 + 3.78 \text{ Radius} \pm 4.32 \text{ cm (R1)}$ $= 61.41 + 2.38 \text{ Femur} \pm 3.27 \text{ cm (F1)}$ $= 78.62 + 2.52 \text{ Tibia} \pm 3.37 \text{ cm (T1)}$ $= 63.29 + 1.30 (F + T) \pm 2.99 \text{ cm}$
Bach (1965)	$KH = 98.38 + 2.121 \text{ Humerus} \pm 3.9 \text{ cm (H1)}$ $= 116.89 + 1.925 \text{ Radius} \pm 4.5 \text{ cm (R1b)}$ $= 106.69 + 1.313 \text{ Femur} \pm 4.1 \text{ cm (F1)}$ $= 95.91 + 1.745 \text{ Tibia} \pm 3.9 \text{ cm (T1b)}$
Pearson (1899)	$KH = 71.475 + 2.754 \text{ Humerus} \pm 3.5 \text{ cm (H1)}$ $= 81.224 + 3.343 \text{ Radius} \pm 4.1 \text{ cm (R1)}$ $= 72.844 + 1.945 \text{ Femur} \pm 3.3 \text{ cm (F1)}$ $= 74.774 + 2.352 \text{ Tibia} \pm 3.4 \text{ cm (T1)}$ $= 69.154 + 1.126 (F + T) \pm 3.1 \text{ cm}$
Rother (1978)	$KH = 96.85 + 1.70 \text{ Humerus} \pm 3.92 \text{ cm (H1)}$ $= 102.17 + 2.21 \text{ Radius} \pm 4.30 \text{ cm } (\approx R1b)$ $= 102.63 + 1.11 \text{ Femur} \pm 4.03 \text{ cm } (\approx F1)$ $= 96.44 + 1.53 \text{ Tibia} \pm 4.10 \text{ cm } (\approx T1b)$
Trotter (1970)	$KH = 57.97 + 3.36 \text{ Humerus} \pm 4.45 \text{ cm (H1)}$ $= 54.93 + 4.74 \text{ Radius} \pm 4.24 \text{ cm (R1)}$ $= 54.10 + 2.47 \text{ Femur} \pm 3.72 \text{ cm (F1)}$ $= 61.53 + 2.90 \text{ Tibia} \pm 3.66 \text{ cm (T1)}$ $= 53.20 + 1.39 (F + T) \pm 3.55 \text{ cm}$

Standardfehler für die Formeln von Pearson aus Rösing (1988).

Abb. 7 Formeln von Breitinger, Pearson, Rother und Trotter zur Rekonstruktion der Körperhöhe, männlich und weiblich (Herrmann et al., 1990, S. 92f)

Weitere Vergleiche sowie eine Darstellung der Vor- und Nachteile der Schätzmethode als auch Regressionsformeln für nicht Erwachsene finden sich beispielsweise bei Hunger & Leopold (1978), Herrmann et al. (1990) und Siegmund (2010).

## 1.4.4 Herkunft und Isotopenanalyse

„Neben den herkömmlichen Identifizierungsmethoden können Stabilisotopenanalysen an Körpergeweben wie Zähnen, Knochen und Haaren eines Individuums durchgeführt werden, um Informationen zu den geografischen Aufenthaltsorten während einzelner Lebensphasen von der Kindheit bis zum Tod zu erhalten“ (Lehn & Graw 2014, S. 130).

Üblicherweise vor allem in der Lebensmittelkontrolle, Ökologie, Paläontologie und Geologie genutzt, kommt die Analyse von Isotopen seit einigen Jahren nun auch in der Forensik zum Einsatz. Das Ziel dieser Analyse besteht darin, die geografische Herkunft eines unbekanntem Leichnams festzustellen. Die Bestimmung der geografischen Herkunft eines unbekanntem Leichnams ist, insbesondere in Bezug auf bereits vermisste Personen im Umfeld und deren Abgleich bei der Kriminalpolizei, essenziell.

„Stabile Isotope unterliegen keinem radioaktiven Zerfall und sind daher von unendlicher Lebensdauer“ (Grube et al. 2015g, S. 429). Dementsprechend ist

## 1 Einleitung

---

diese Untersuchung auch bei Skelett- oder einzelnen Knochenfunden in jeglichem Zustand anwendbar (vgl. Tab. 6).

Dabei nutzt man die Stabilisotopenhäufigkeitsverhältnisse von Bio- (Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Schwefel) und Geoelementen (Blei, Strontium), die jeder Mensch über Nahrung, Getränke und Umwelt aufnimmt (vgl. Tab. 5). Diese Stabilisotopenhäufigkeitsverhältnisse sind regional unterschiedlich und von Klima, Geologie und Umwelteinflüssen abhängig (Lehn & Graw 2012).

Die Bioelemente, die im Stoffwechsel des Körpers isotopisch verändert werden, misst man mittels massenspektrometrischer Isotopenanalyse. Die Messung der schweren Geoelemente (Pb, Sr), die unverändert in die Körpergewebe resorbieren, erfolgt mittels Thermionenmassenspektrometer (Lehn & Graw 2012, 2016). Bei der Massenspektrometrie werden die Ionen „*durch ein elektrisches Feld beschleunigt und in einem Magnetfeld abgelenkt, wobei die eingeschlagene Kreisbahn masseabhängig ist. Ein nachgeschalteter Analysator fängt die Teilchen unterschiedlicher Masse auf und bestimmt deren Menge*“ (Grupe et al. 2015g, S. 433).

Tab. 5 Geografische Information der Stabilisotopenhäufigkeitsverhältnisse von Bio- und Geoelementen in menschlichen Körpergeweben zur Darstellung regionaler Unterschiede, vereinfacht aus Lehn & Graw (2012, S. 100)

Element		Isotope	Geografische Information
Wasserstoff	H	$^2\text{H} / ^1\text{H}$	Klima, Entfernung zum Meer
Sauerstoff	O	$^{18}\text{O} / ^{16}\text{O}$	
Kohlenstoff	C	$^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$	C3/C4 Pflanzen (Mais, Getreide)
Stickstoff	N	$^{15}\text{N} / ^{14}\text{N}$	Anteile von Fleisch, Milchprodukten und Fisch, Düngerart
Schwefel	S	$^{34}\text{S} / ^{32}\text{S}$	Verzehr von Meeresprodukten, Meeresnähe, Geologie
Strontium	Sr	$^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$	Alter und Zusammensetzung des geologischen Untergrunds
Blei	Pb	$^{206}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb}$	Nationale Signatur, anthropogen aus Industrie, Verkehr, Müllverbrennung, Heizung

Proben für eine Isotopenanalyse lassen sich aus Knochen und Zähnen gewinnen, allerdings „*richtet sich [die Probenauswahl] nach den Fragestellungen an das Material [...]*“ (Brandt et al. 2010, S. 23). Beispielsweise finden Strontium- und

# 1 Einleitung

Sauerstoff- Isotopenanalysen an der anorganischen Komponente von Zähnen und Knochen (Hydroxylapatit) statt (vgl. Abb. 8).

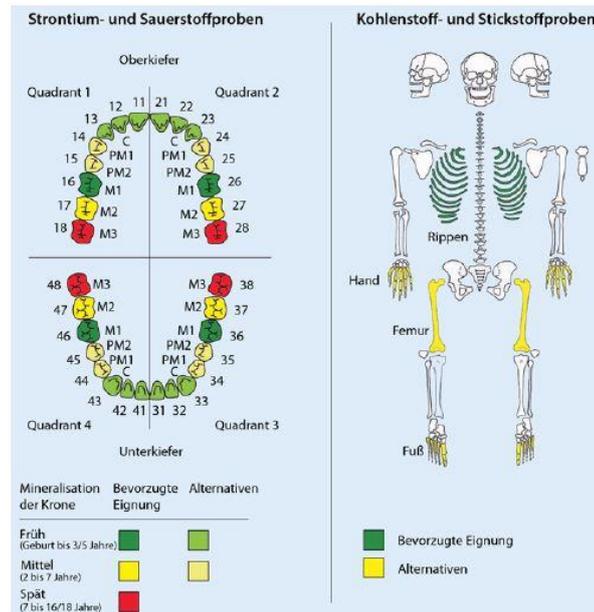


Abb. 8 Probenauswahl für Strontium-, Sauerstoff-, Kohlenstoff- und Stickstoffisotopenanalysen, modifiziert nach Alt et al. (2014, S. 183)

Im Fall eines unbekanntes Skeletts sollten bestimmte Proben wie Zähne, Knochen, Haare oder Finger-, Fußnägel für die mögliche Isotopenanalyse entnommen werden (vgl. Tab. 6 und Abb. 8).

Tab. 6 Empfehlungen für die Probeentnahme, vereinfacht aus Lehn & Graw (2014, S. 138)

Probenentnahme aus unbekanntes Skelett / Leichnam	Empfehlungen
Zähne	einen Incisor und einen Molaren einschließlich Wurzel
Knochen	Femurdiaphyse, knöcherne Rippe
Haare/Nägel	Bleistiftdicke Strähne des Kopfhaares, wenn nicht möglich, Finger-/Fußnagel oder weitere Behaarung (bei Torso)
Bei Neugeborenen	Okzipitale Kopfhaut mit Haaren, 4–6 Rippen, Femurknochen

## 1 Einleitung

---

Zum Abgleich von untersuchten Körpergeweben, Haaren und Geo-Proben wurde am Institut für Rechtsmedizin München eine Haardatenbank mit Isotopensignaturen von weltweit gesammelten Referenzhaaren aufgebaut. *„Die Referenzhaar-Isotopendatenbank ist geeignet, um Proben unbekannter Herkunft geografisch zuzuordnen“* (Lehn & Graw 2014, S. 140).

Mittlerweile sind weltweit über 900 Haarproben gesammelt worden (Lehn & Graw 2016). Auf der Homepage des Instituts für Rechtsmedizin München findet sich eine Anleitung, wie Privatpersonen aus aller Welt ihre Haarsträhnenspende korrekt zum Institut senden können (Institut für Rechtsmedizin, München o.J.).

Jeder Fall, der stabilisotopenanalytisch untersucht werden soll, ist individuell zu behandeln. Hierbei gilt es, besondere Rücksicht auf Auffindesituation, Liegemilieu, Zustand des Toten und weitere individuelle Faktoren wie Alter und Geschlecht zu nehmen. In Bezug auf kriminalpolizeiliche Ermittlungen über vermisste Personen und mögliche geografische Regionen, Auffindeort, Kleidung und andere Gegenstände kann die potenzielle Herkunft des unbekanntes Toten eingeeengt und dadurch präzisiert werden. Die Referenzdatenbank wird kontinuierlich erweitert und ist trotzdem noch unvollständig (Lehn & Graw 2012).

Bei dem Fall eines dubiosen Schädelknochens eines Kleinkindes 2008 in Hamburg (vgl. 4.4.6) wurden die Verhältnisse stabiler Kohlenstoffisotope ausgewertet und Hinweise auf eine Ernährung mit C<sub>4</sub>-Pflanzen (z.B. Mais) und überwiegende Ernährung mit Fisch gefunden. Dieses Ergebnis bestätigte den vorliegenden Verdacht (Jopp et al. 2009).

### 1.4.5 Pathologische oder traumatische Veränderungen

Pathologische Veränderungen wie alte Frakturen, Amputationen oder Osteosynthesen oder auch akzessorische Skelettelemente ohne Krankheitswert können als Identifizierungsmerkmale gelten. Knochenveränderungen wie Entzündungen oder Tumore lassen sich ebenfalls durch röntgenologische Untersuchungen bestätigen (Rothschild et al. 2001).

Erkenntnisse über die Paläopathologie (Pathologien der Menschen in der Vergangenheit) konnten anhand von Analysen von verschiedensten Skelettserien gewonnen werden.

## 1 Einleitung

---

„Von all den Krankheiten, unter denen der Mensch leiden kann, hinterlassen verhältnismäßig wenige Spuren am Knochen“ (Grupe et al. 2015f, S. 354). Daher sind es vor allem chronische Erkrankungen, die sich im Knochen manifestieren können. Grupe et al. (2015d) teilen pathologische Knochenveränderungen in vier Kategorien (vgl. Tab. 7) sowie in sieben am Skelett feststellbare Gruppen (vgl. Tab. 8) ein.

Tab. 7 Pathologische Knochenveränderungen, frei nach Grupe et al. (2015f, S. 355)

<b>Pathologische Knochenveränderungen</b>	<b>Beispiele</b>
Knochenbildende Veränderungen	Periostale Auflagerungen oder Knochenkallus
Zerstörung, Abbau, Lysis	Osteoporose, Osteonekrose
Abweichungen der Knochengröße	Kongenitale oder infektionsbedingte Wachstumsstörungen
Veränderungen der Knochenform	Rachitis, frakturbedingte Dislokation

Tab. 8 Pathologische Knochenveränderungen am Skelett, frei nach Grupe et al. (2015f, S. 355)

<b>Pathologische Knochenveränderungen</b>	<b>Beispiele</b>
Traumata	Scharf, Stumpf, Schuss
Infektionskrankheiten	Periostitis, Osteomyelitis, Tuberkulose, Lepra
Gelenkveränderungen	Degeneration, Arthritis, Osteonekrose
Metabolische und endokrine Erkrankungen	Rachitis, Osteoporose
Kongenitale Fehlbildungen	Kraniosynostose, Achondroplasie
Zahn- und Kiefererkrankungen	Karies, Parodontitis, Abszesse
Neoplasien	

Während Traumata, Frakturen und Infektionskrankheiten zu den eher häufigeren pathologischen Veränderungen am Skelett zählen, sind kongenitale Veränderungen und Neoplasien nicht sehr häufig festzustellen (Grupe et al. 2015f). Insbesondere bei traumatischen Verletzungen und Frakturen ist bei der osteologischen Untersuchung zwischen prä-, peri- und postmortalen Verletzungen (vgl. 1.4.10) zu unterscheiden.

### 1.4.6 Individuelle identifizierende Merkmale

Habituelle Besonderheiten erweisen sich als aufschlussreich für die Aufklärung der Identität eines unbekanntes Toten. Es kann sich um eine allgemeine körperliche Besonderheit handeln, um einen verkürzten Finger durch einen vergangenen Unfall, eine bestimmte Narbe über dem Schienbeinknochen, prämortale Knochenbrüche oder jegliche Operationen an Knochen. In der Regel lassen sich solche individuellen Merkmale rasch bei einer osteologischen Untersuchung feststellen. Sofern diese Merkmale anderen Menschen bekannt sind, lässt sich diese unbekanntes Person evtl. schnell identifizieren. Jedes Implantat, welches ein Mensch bei einer Operation erhält, hat eine Identifikations- oder Chargennummer. Diese ist dokumentationspflichtig und daher in den jeweiligen Akten für einige Jahre zu finden. Zudem stellt das Zahngewiss mit seinen einmaligen Veränderungen ein individuelles Merkmal dar (vgl. 1.4.9).

Damit es zu Identifikationszwecken genutzt werden kann, sollten antemortale Zahnarzt-dokumentationen vorhanden sein, um das postmortale Gebiss abzugleichen.

### 1.4.7 DNA-Extraktion aus Knochen und die forensische DNA-Analyse

Die Historie und der Aufbau der DNA sind in der Literatur ausführlich beschrieben, es wird an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen.

*„Die DNA stellt das zentrale genetische Substrat dar, denn sie gewährleistet die Gegenwart der Erbinformation im gesamten Organismus und die Kontinuität der Erbinformation über die Generationen“* (Knußmann 1980, S. 48).

#### DNA-Extraktion aus Knochen im Detail

Zunächst wird der Knochen von eventuellen Anhaftungen (z.B. Sand, Erde etc.) gereinigt. Um einer Kontamination vorzubeugen, trägt der Bearbeiter während des gesamten Vorganges Handschuhe (ggf. zu wechseln bei Kontamination), Kopf- und Mundschutz, um nicht die eigene DNA auf das Material aufzubringen. Der Arbeitsplatz und die Arbeitsgeräte müssen vor und nach einer Bearbeitung sowie nach jeder Probe gereinigt werden. Damit werden nicht nur

## 1 Einleitung

---

Oberflächenkontaminationen entfernt, sondern auch Kreuzkontaminationen zwischen einzelnen Proben vermieden.

Nach der Oberflächenreinigung wird ca. 1 mm des Periosts entfernt. Dazu können ein Schleifgerät oder andere geeignete Methoden zur Verwendung kommen. Optional ist zudem noch eine Behandlung mit UV-Licht für ca. 30 min vorzunehmen, um auch noch letzte DNA-Moleküle auf der Oberfläche zu zerstören.

Nun kann mit einer Rotations- oder Vibrationssäge ein Stück des Knochens herausgesägt (ca. 1 x 3 cm) und für die weiteren Schritte asserviert werden. Sofern vorhanden, sollte ein Stück aus der distalen Femurdiaphyse verwendet werden. Bei Zähnen (vorzugsweise Molaren) werden die Wurzeln genutzt. Sollten mehrere Zähne zur Verfügung stehen, können auch nur die Wurzelspitzen zur Verwendung gelangen.

Das Material wird dann weiter zerkleinert (z.B. mit einer Zange oder in einem Mörser) und dann in einer Kugelschwingmühle zermahlen. Der Mahlvorgang selbst dauert 1–3 min, es schließt sich aber daran eine grundlegende Reinigung des Mahlbeckers und weiterer verwendeter Materialien an, weshalb mit einer Bearbeitungszeit von ca. 10–15 min je Probe zu rechnen ist.

Für die Analyse werden Doppelansätze verwendet. Je nach Protokoll finden unterschiedliche Mengen Einsatz. Das zurzeit im Institut für Rechtsmedizin in Hamburg verwendete Protokoll benötigt je Probe 100 mg Knochen-/Zahnpulver. Dieses wird mit einem EDTA-haltigen Puffer (Lysepuffer) und Proteinase K vermischt und über Nacht bei 56°C unter ständigem Schütteln oder Vermengen inkubiert. Dabei wird das Hydroxylapatitgerüst des Knochens durch die Säure zersetzt, was die dort enthaltenen DNA-haltigen Zellen in die Lösung schwemmt. Diese werden dann durch die Proteinase aufgebrochen, was dazu führt, dass die DNA nun frei in der wässrigen Lösung vorliegt.

In den nächsten Schritten wird die DNA in der Lösung durch Alkohol ausgefällt und an Silica beschichtete Oberflächen (z.B. Säulen oder Beads) gebunden. Die Lösung (nun ohne DNA) wird verworfen und die gebundene DNA mehrfach mit einer aufsteigenden Alkoholreihe und Waschpuffern gewaschen. Nach dem letzten Schritt wird die Lösung verworfen und die Säule/Beads getrocknet, bis der gesamte Alkohol verdampft ist. Nun lässt sich mit Wasser oder einem

## 1 Einleitung

---

Elutionspuffer (z.B. TE) die DNA von der Oberfläche entfernen. Zur Elution werden i.d.R. zwischen 30–60 µl Puffer verwendet. Es ist zu beachten, dass bei nachfolgender Polymerasekettenreaktion (PCR) immer zwischen 7–15 µl (je nach Volumen des Ansatzes) Extrakt eingesetzt werden müssen. In den meisten Fällen muss die Analyse wiederholt werden, um ein volles DNA-Profil zu erhalten (Krebs 2016, Brandt et al. 2010).

### Forensische DNA-Analyse

Nach der PCR werden die Produkte elektrophoretisch aufgetrennt und es resultieren spezifische DNA-Profile, *„die für alle kernhaltigen Zellen eines Individuums reproduzierbar sind und somit eine exzellente Möglichkeit des Abgleichs [...] ermöglichen“* (Wiegand & Rolf 2003b, S. 377).

Seit Beginn der 1990er-Jahre konnte durch die Entdeckung der PCR die Ausgangsmenge an Material reduziert werden. Seit sich kurze Zeit später in der forensischen Genetik die Short Tandem Repeat-Mikrosatelliten (STR) etabliert haben, kann von noch weniger Ausgangsmaterial (DNA-Länge nur wenige 100 Basenpaare) ausgegangen werden, als ursprünglich bereits durch die PCR reduziert wurde. So braucht es nur kleinste Proben, um brauchbares Material zu erhalten. Als STR-Sequenzen werden kurze, sich wiederholende Einheiten (Repeats) in der DNA bezeichnet, die eine Basislänge von vier Basenpaaren aufweisen, z.B. AATG-AATG-AATG (Wiegand & Rolf 2003b).

Heute werden, für ein vollständiges DNA-Profil, 16 STR Systeme benutzt, die einzelne, kleine Abschnitte auf Chromosomen darstellen. Da sich die Allele der Chromosomen eines jedes einzelnen Individuums unterscheiden, lässt sich mit einer solchen Untersuchung die Identität der zu untersuchten Person sichern.

*„Gelingt es, von menschlichen Überresten ein STR-Muster zu erstellen, kann eine Abfrage über die DNA-Analysedatei des BKA (Bundeskriminalamt) versucht werden“* (Dettmeyer & Verhoff 2011, S. 227). Nun ist es möglich, aus sämtlichen Spuren des Menschen (wie Blut, Speichel, Urin, Kot, Gewebe, Knochen und Sperma) die spezifische, individuelle DNA darzustellen (Wiegand & Rolf 2003b).

## 1 Einleitung

---

Bei Spuren am Tatort, die mit einem Verdächtigen übereinstimmen, muss das komplette DNA-Profil identisch sein, da in diesem Fall keine Mutation vorliegen kann.

Die Analyse der Y-chromosomalen STR gelangt zur Anwendung, um sie bei Spuren mit dem vermeintlichen männlichen Täter abzugleichen oder um beispielsweise bei einer Vergewaltigung männliche DNA festzustellen. Das Y-Profil bei Verwandten, wie z.B. Cousins, ist auf der männlichen Linie identisch (vgl. 5.5.3). Schwieriger verhält es sich mit X-chromosomaler STR, da nicht nur das weibliche Geschlecht (XX) über X-Chromosomen verfügt, sondern auch das männliche (XY) (Krebs 2016).

Die DNA lässt sich meist auch noch nach längerem PMI durch eine Exhumierung extrahieren. *„Seit Mitte der 1980er Jahre wird aus Körpergewebe mit langer Liegezeit sogenannte ‚ancient DNA‘ (aDNA) gewonnen und erfolgreich analysiert“* (Jopp-van Well et al. 2015a, S. 182).

aDNA ist bereits degradiert und autolytisch verändert, da der enzymatische Abbau von Gewebe postmortem einsetzt. Die Nukleinsäuren der DNA sind dementsprechend den postmortalen Abbauprozessen ausgesetzt. Der Zustand der DNA wird zudem durch das Liegemilieu beeinflusst. Hohe Temperaturen oder Feuchtigkeit lassen die DNA schneller degradieren. Der Umgang mit aDNA erfolgt nach einem ähnlichen Prinzip wie mit DNA, es werden allerdings mehr Proben entnommen und mehrfach analysiert (Alt et al. 2014).

Die DNA in stark fragmentierten oder z.B. verkohlten Knochen ist schlechter gegen äußere Einflüsse geschützt und kann degradieren oder denaturieren. Die Amplifikation ist somit nicht mehr möglich (Verhoff 2008) (vgl. 5.5.2).

Die erfolgreiche DNA-Analyse ist abhängig vom Zustand des Verstorbenen und wie dieser über die Jahre gelagert wurde (vgl. 5.5.3). Falls möglich, sollte die DNA-Probe aus einem langen Röhrenknochen (Femur, Humerus) oder aus Zähnen entnommen werden (vgl. Abb. 9).

# 1 Einleitung

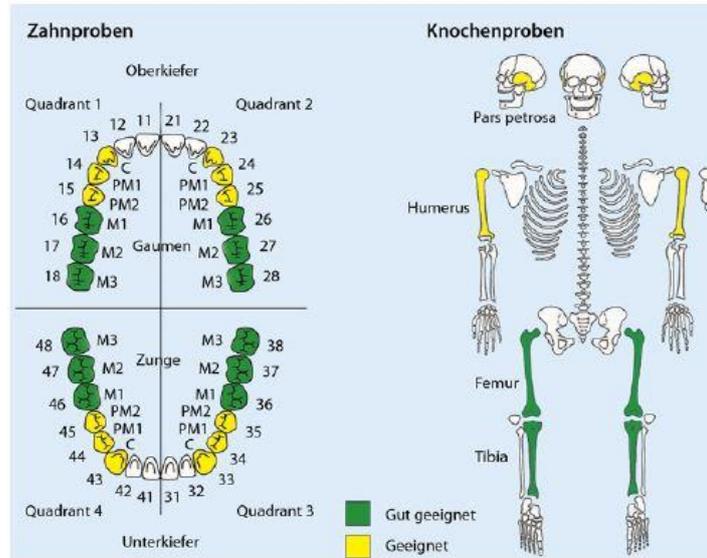


Abb. 9 Probenauswahl für genetische Analysen. Molaren (M) am besten geeignet, alternativ Prämolaren (PM) oder Canini (C). Ansonsten Röhrenknochen, modifiziert nach Alt et al. (2014, S. 182)

Andernfalls ist eine Entnahme auch aus Gewebe möglich oder ggf. bei nicht allzu langer postmortaler Liegezeit aus Blut. Ein Abgleich der DNA sollte mit nahestehenden Verwandten erfolgen. Falls es keine Angehörigen gibt oder sie nicht auffindbar sind, kann eine genetische Zuordnung anhand noch vorhandener Materialien wie Hygieneartikel (Rasierer, Kamm, Bürste, Zahnbürste) versucht werden, sofern diese Artikel nicht von mehreren Menschen benutzt wurden, deren DNA die eigentlich gesuchte maskiert (Schwark et al. 2012) (vgl.4.4.2).

Auch sind Kleidungsstücke, wie getragene Unterwäsche oder die Kopfbedeckung, die jeden Tag getragen wurden, als Ultima Ratio brauchbar für eine DNA-Analyse. Eine erfolgreiche DNA-Analyse ist allerdings nicht immer garantiert.

Generell sollten gewonnene Asservate nicht in Plastiktüten, sondern in Papiertüten aufbewahrt werden. Durch (Rest-)Feuchtigkeit kann ebenfalls eine DNA-Degradation erfolgen und die Probe wird wertlos (Wiegand & Rolf 2003a) (vgl. 5.5.2).

# 1 Einleitung

---

## 1.4.8 Forensische Odontostomatologie

Bei der Identifizierung unbekannter Skelette ist die forensische Odontostomatologie als interdisziplinäres Fachgebiet nicht mehr wegzudenken. Zunächst hat sich der Einsatz bei Massenkatastrophen bewährt, bei denen zahlreiche, hochgradig verstümmelte Leichen identifiziert werden mussten. Eine Identifizierung anhand des Zahnstatus (vgl. Tab. 9) ist möglich, da die Zähne postmortal stabil sind und zu Lebzeiten häufig zahnärztlich dokumentiert wurden. 1976 wurde der Deutsche Arbeitskreis für forensische Odontostomatologie (AKFOS) gegründet.

*„Die hohe Individualspezifität des menschlichen Gebisses ermöglicht [...] eine sichere Identifizierung“* (Lessig & Benthous 2003, S. 161).

Zur Erhebung des exakten Zahnstatus während der Obduktion wird die vollständige Resektion des Oberkiefers mittels der Le-Fort-I-Osteotomie und der Exartikulation des Unterkiefers vorgeschlagen (Lessig & Benthous 2003). Um antemortale mit postmortalen Befunden abzugleichen, empfiehlt sich ein Orthopantomogramm (Panoramaschichtaufnahme) mittels eines hochauflösenden Flat-Panel-CT (Dettmeyer & Verhoff 2011).

Tab. 9 Angaben durch den Zahnstatus, modifiziert nach Lessig & Benthous (2003, S. 164)

Zahnstatus
Füllungen der einzelnen Zähne
Füllungsmaterial
Prothetische Versorgungsmaßnahmen
Kieferorthopädische Apparate
Anomalien in Zahnform, Zahnstellung und Zahnzahl
Wurzelfüllungen, Implantate, weitere Besonderheiten
Allgemeiner Gebisszustand
Schliffacetten

Eine weltweit angewandte Klassifikation zur Einteilung der Zähne wird von der *Federation Dentaire International* (FDI) empfohlen. *„Die Zahndokumentation erfolgt international nach dem Two-Digit-System: Die erste Ziffer bezeichnet den Gebiss-Quadranten, die zweite Ziffer die Stellung des Zahnes in der Zahnreihe,*

# 1 Einleitung

---

beim medialen Incisivus beginnend. Der linke obere Eckzahn erhält demnach die Bezeichnung 23“ (Madea 2007, S. 71) (vgl. Abb. 10 und Abb. 11).



Abb. 10 Quadranten des Permanent- und Milchgebisses (Madea 2007, S. 71)

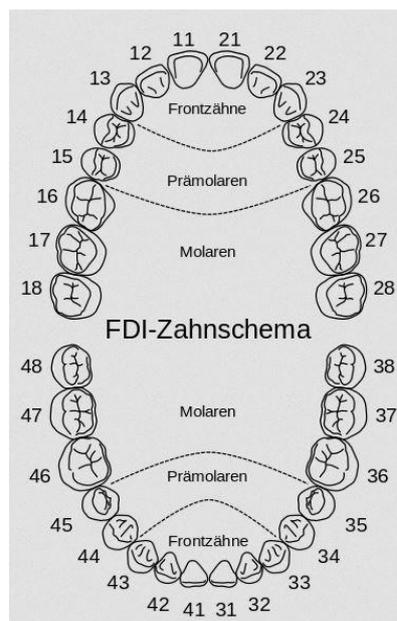


Abb. 11 Das FDI Zahnschema (wikimedia 2014)

Weitere gängige Klassifikationen von Zsigmondy, Haderup und weiteren können aus Rötzscher (2000b) und Rai & Kaur (2013) entnommen werden.

Eine vorgenommene Füllungstherapie des Gebisses ermöglicht einen Vergleich mit einem unbekanntem Zahnstatus sowie eine Röntgenvergleichsanalyse, zwecks Identifikation. Als gängige Füllungstherapie eignen sich sowohl plastische Füllmaterialien wie Amalgam und Kunststoff (Komposits) als auch

## 1 Einleitung

---

Einlagefüllungen und Teilkronen wie Inlays (Gold, Keramik, Kunststoff) und Onlays sowie diverse Kombinationen dieser drei Materialien (Gehring 2015) (vgl. 4.2.8).

Ein postmortales Orthopantomogramm eines unbekanntes Verstorbenen wird in manchen Fällen in diversen Journalen veröffentlicht, um einen Hinweis auf den Zahnarzt zu erhalten und durch diesen die Identität des Unbekannten zu ermitteln. Das postmortale Orthopantomogramm wird mit dem antemortal angefertigten vom Zahnarzt abgeglichen (Rötzscher 2000b, Rai & Kaur 2013). *„Für das forensische Nutzungspotential postmortaler Zahnbefunde sind Umfang und Qualität der prä-mortalen Befunddokumentation entscheidend“* (Hausmann et al. 1997, S. 86).

Postmortale Befunde können von antemortalen Befunden abweichen, indem beispielsweise eine Zahnbehandlung nach der vorherigen Dokumentation erfolgt ist und diese nicht oder unzureichend oder bei einem anderen Zahnarzt festgehalten wurde. Auch ist es möglich, dass Zähne postmortal ausfallen. Eine prä- oder postmortale Zahnextraktion lässt sich jedoch anhand einer Inspektion des Zahnfachs unterscheiden. Bei antemortalem Zahnausfall ist der Kieferknochen verletzt und begibt sich in einen Heilungsprozess, der drei bis vier Monate anhalten soll. Nach Abheilung und Verschluss der Alveole ist ein Loch fast nicht mehr sichtbar. Postmortale Zahnfächer hingegen sind eher porös. Als Hauptgründe für einen antemortalen Zahnausfall gelten pathologische, physiologische und traumatische Ursachen. Der postmortale Zahnverlust erklärt sich durch die *„taphonomische [...] Zerstörung während der Liegezeit, Verlust infolge mangelnder Sorgfalt bei der Freilegung und die gezielte Entnahme für weiterführende Analysen“* (Grupe et al. 2015e, S. 302).

Rötzscher et al. (1998) beschreiben eine Erleichterung der Identifikation mittels elektronischer Kennzeichnung von Zahnprothesen. 1972 und 1977 wurde eine derartige Maßnahme bereits von der FDI und dem AKFOS empfohlen. Patientenbefragungen zu der Zeit ergaben, dass die überwiegende Mehrzahl eine solche Kennzeichnung ablehnt. Bis heute werden Zahnprothesen nicht katalogisiert, da dafür in keinem Sinne Bedarf bestehe. Bei Prothesen für den Gelenkersatz und Implantaten sind Seriennummern tolerabel, da sich durch diese eventuelle Materialfehler oder Probleme mit dem Implantat identifizieren lassen.

## 1 Einleitung

---

Dass diese Implantate bei einer Identifikation durchaus hilfreich sein können, ist eher ein *Off-Label-Use* und wurde zu diesem Zweck nicht beabsichtigt.

### 1.4.9 Röntgenvergleichsanalyse

Zum Zwecke der Identifikation unbekannter Leichen oder Skelette sowie zur Leichendiagnostik können Röntgenvergleichsanalysen angefertigt werden. Häufig existieren zahlreiche antemortale Röntgenbilder, die bei diversen Arztbesuchen angefertigt wurden. Diese sollten zum Vergleich herangezogen werden, indem postmortale Röntgenbilder in einem möglichst gleichen Strahlengang mit dem antemortalen Bild verglichen und analysiert werden. *„Ein hochindividuelles Muster ergeben die Sinus frontales und maxillares in der a.-p. Aufnahme des Schädels“* (Dettmeyer & Verhoff 2011, S. 243), Zahnaufnahmen oder CT-Datensätze (Verhoff et al. 2013).

Aufgrund der zunehmenden Anzahl von plastischen, chirurgischen Operationen sind Personen diesbezüglich häufig nachvollziehbar und eindeutig mittels Seriennummer des Implantates zu identifizieren. Orthopädische und unfallchirurgische Implantate, Herzschrittmacher und viele andere Prothesen sind meist ebenfalls zu identifizieren (Dettmeyer & Verhoff 2011).

### 1.4.10 Frakturen, prä-, peri- und postmortale Verletzungen

Frakturursachen werden bei Erwachsenen differenziert in traumatische Frakturen (direkte und indirekte Frakturen), in pathologische (entzündliche-, benigne-, maligne- sowie generalisierte Knochenerkrankungen) oder in Ermüdungsfrakturen bei Dauerbeanspruchung. Frakturen werden außerdem in weitere Klassifikationen eingeteilt, die allerdings lebende Menschen mit dementsprechenden Weichteilgewebe betreffen und sich deshalb nicht nur auf die Knochen beziehen (offene und geschlossene Frakturen, Dislokationsformen) (Schumpelik et al. 2006).

## 1 Einleitung

---

*„Eine Fraktur ist die Unterbrechung des Knochens in 2 oder mehrere durch einen Frakturspalt getrennte Bruchstücke“ (Oestern 2008, S. 731).*

Ortner (2003, S. 55) teilt Knochentraumata folgendermaßen ein:

- unvollständige oder vollständige Fraktur eines Knochens,
- abnormale Lage oder Dislokation eines Knochens,
- Unterbrechung der Nerven- oder Blutzufuhr,
- künstlich induzierte, abnormale Form oder Kontur des Knochens.

Die Frakturheilung wird in primäre und sekundäre Heilung eingeteilt:

Bei der primären Frakturheilung handelt es sich um Kontaktheilung, in der Regel mit osteosynthetischer Versorgung der Fraktur. Der Frakturspalt wird durch wachsende Osteone überbrückt oder bei unzureichendem Kontakt zunächst mit Geflechtknochen aufgefüllt, der anschließend in Lamellenknochen umgewandelt wird.

Die sekundäre Frakturheilung wird in der Regel konservativ behandelt. In dem Frakturspalt bildet sich ein Kallus aus Fibroblasten und Granulationsgewebe.

Aus dem Kallus bildet sich auch in diesem Fall erst Geflechtknochen, welcher dann zu Lamellenknochen umgewandelt wird.

Beide Heilungsvorgänge setzen engen Kontakt der Frakturteile, eine Ruhigstellung sowie ausreichende Durchblutung voraus. Ist dieses nicht gegeben, sind die Knochendefekte zu groß oder bilden sich Infektionen, wird die Frakturheilung gestört. Unbehandelt kann sich beispielsweise eine Pseudarthrose oder eine Knochenfehlstellung bilden und die Knochenstruktur verändern, welches makroskopisch zu erahnen ist (Schumpelik et al. 2006).

*„Je nach Intensität (Impuls = Masse x Beschleunigung) der Gewalt und Lokalisation können sich verschiedene Bruchformen ausbilden“: Messerer- Bruch, Biegungsfraktur, Trümmerbruch, Querbruch, Torsionsfraktur, Schrägbruch und der Kompressionsbruch (Dettmeyer & Verhoff 2011, S. 56).*

Die verschiedenen Bruchformen geben Hinweise auf das Geschehen. Ein Messerer-Bruch entsteht durch horizontale, direkte Gewalteinwirkung wie durch das Anfahren eines Fußgängers durch ein Kraftfahrzeug. Eine Stauchung bzw. Kompressionsbruch oder eine Schädelbasisringfraktur kann durch Sturz aus großer Höhe entstehen. Spitze, scharfe, halbscharfe oder stumpfe Verletzungen

## 1 Einleitung

---

den Knochen betreffend können das Tatwerkzeug, eine Operation oder eine alte banale Verletzung beschreiben. Scharfe Gewalt würde sich auf dem Knochen als Schnittspur oder Stichkanal äußern. Halbscharfe Gewalt kann sich als Ergebnis eines Axt- oder Beilhiebs, einer Säge oder durch Bissspuren von Tieren zeigen. Diese Verletzungen würden sich als Schnittspuren, Abschläge, Brüche oder Sägespuren äußern (Verhoff 2008).

Typische knöchernen Verletzungen durch stumpfe Gewalteinwirkung, beispielsweise den knöchernen Schädel betreffend, wären Loch-, Terrassen- oder Globusfrakturen. Eine Quer- oder Längsfraktur entspräche der Richtung der Gewalteinwirkung und die Puppe-Regel besagt, dass die neueste Fraktur sich lediglich bis zu den Frakturlinien der alten Fraktur ausdehnen kann. Die Hutkrempe-Regel lässt mutmaßen, ob es sich bei der Verletzung des knöchernen Schädels um einen Schlag oder Sturz gehandelt haben könnte (Zimmer 2009). So existieren zahlreiche knöchernen Hinweise auf mögliche Geschehen, die zu einer Aufklärung verhelfen können.

Verhoff (2008) beschreibt, dass in einem Fall tödliche Verletzungen durch Messerschnitte anhand mehrerer Rippen festgestellt werden konnten. Die knöchernen Verletzungen wurden rasterelektronenmikroskopisch begutachtet und anhand der Richtung der scholligen Veränderung der Schnittfläche ließ sich eine Bauchraumdurchstechung nachweisen.

### Prä-, peri- und postmortale Traumata

Die Unterscheidung zwischen prä-, peri- und postmortalen Traumata an Knochen ist für den forensischen Sachverständigen und somit für die gutachterliche Schlussfolgerung von großer Bedeutung.

### Prämortale Traumata

Eine zu Lebzeiten erworbene Verletzung des Knochens kann Hinweise auf die Identität geben und zeigt sich durch vitale Reaktionen makroskopisch (vgl. Tab. 10).

Das Zeitintervall zwischen prämortalem Trauma und den ersten makroskopisch sichtbaren Heilungszeichen am Knochen liegt zwischen 13 Tagen und drei Wochen nach dem Trauma (Holz et al. 2015).

## 1 Einleitung

---

Tab. 10 Vitale Reaktionen und makroskopisch sichtbare Befunde, modifiziert nach Holz et al. (2015, S. 52f)

<b>Vitale Reaktionen</b>	<b>Makroskopisch sichtbar</b>
Osteoklasten - und Osteoblastenaktivität	Neovaskularisationen, abgerundete Frakturkanten, Kallusformierung, Porosität an Frakturrenden
<i>Etched Lines</i> → Demarkationslinien	Rinne, neben Frakturlinien
Sequestration	Absonderung nekrotisches Gewebe
Farbveränderung am Knochen	Ggf. nekrotisch

Durch das Zusammenspiel der Knochenmarkzellen Osteoklasten sowie Osteoblasten, die Knochengewebe ab- und aufbauen, proliferieren in und an dem Trauma Gefäße. Während der Heilung runden die Frakturkanten ab und es bildet sich ein Kallus. Verletzungen wie Schnitte oder Hiebe weisen aus diesem Grund eher abgerundete, glatte Kanten auf. Bei Frakturrenden zeigt sich makroskopisch eine Porosität, die auf eine Verletzung bei vitalem Gewebe hinweist. Demarkationslinien finden sich neben den eigentlichen Frakturlinien und weisen eine Grenze zwischen dem gesundem und dem traumatischen Gewebe auf, welches unzureichend durchblutet wird. Die Sequestration beschreibt die Absonderung von nekrotisiertem Gewebe, was unter anderem auch zu Farbveränderungen am Knochen führen kann (Holz et al. 2015, Grupe et al. 2015f).

## 1 Einleitung

---

### Perimortale Traumata

Perimortale Traumata stehen im zeitlichen Zusammenhang mit dem Eintritt des Todes und sind daher essenziell für eine Klärung der Todesursache.

„Solange die biomechanischen Eigenschaften des Knochens noch denen zu Lebzeiten entsprechen, entstehen sog. Perimortale Verletzungen“ (Holz et al. 2015, S. 54).

Tab. 11 Traumata und makroskopisch sichtbare Befunde, modifiziert nach Holz et al. (2015, S. 54)

<b>Traumata</b>	<b>Makroskopisch sichtbar</b>
Frakturwinkel	Spitz oder stumpf
Bruchkanten	Scharf begrenzt, schräg
Frakturlinien	Radiär vom Ort der Traumaeinwirkung
<i>Uplifting</i>	Knochenfragmente an Ort und Stelle
Frakturen	Biegungs-, Berstungsfrakturen
Spuren am Knochen	Z.B. stumpfe Gewalt, Messerstich oder Schusswunden
Farbveränderung am Knochen	Homogene Färbung

Die Eigenschaften der anorganischen Materialien des Knochens ermöglichen eine gewisse Elastizität, mit der der Frakturwinkel eines Knochens spitz oder stumpf erscheint. Dementsprechend sind bei Biegungs- oder Berstungsfrakturen die Frakturkanten auch scharf und spitz. Ausgehend von dem Ort der Traumaeinwirkung, können radiäre Frakturlinien entstehen. Als *Uplifting* oder *Curling* werden jene Knochenfragmente bezeichnet, die nach einem Trauma durch das umliegende Gewebe an Ort und Stelle gehalten werden. Der Knochen mit einer perimortalen Verletzung ist der Dekompensation mit den taphonomischen Einflüssen genauso ausgeliefert wie der unverletzte Teil. Dementsprechend zeigt dieser bei Fund eine homogene Färbung (Holz et al. 2015) (vgl. Tab. 11).

### Postmortale Defekte

Bei postmortalen Defekten des Knochens sind makroskopisch und mikroskopisch keine Verletzungen von vitalem Gewebe erkennbar, da sie nach dem Tod entstanden sind. Als häufigste Ursachen sind Bergungsarbeiten sowie Tierfraß zu

## 1 Einleitung

---

nennen. Durch den Verlust der Knochensubstanzen wie Wasser, Fett und kollagenen Fasern wird der Knochen spröde, steif und porös (Holz et al. 2015).

Tab. 12 Defekte und makroskopisch sichtbare Befunde, modifiziert nach Holz et al. (2015, S. 55f)

Defekte	Makroskopisch sichtbar
Frakturwinkel	Eher rechtwinklig, in kleine Fragmente
Bruchkanten	Grob und unregelmäßig
Spuren am Knochen	Nagespuren, Werkzeugspuren, Verteilung von Knochen
Farbveränderung am Knochen	Heller

Da der Knochen durch den Verlust der Elastizität porös und spröde wird, fragmentiert er rechtwinklig in viele und kleine Knochenstückchen. Die Bruchkanten von vertrockneten Knochen sind eher rau sowie unregelmäßig und es werden keine Frakturlinien ausgebildet. Die Bruchkanten oder Schnitte sind heller gefärbt als der überwiegende Teil des Knochens und bröckelig, gezackt. Auch findet kein *Uplifting* statt, da das umliegende Gewebe nicht mehr vorhanden ist, um die Knochenteile zu fixieren. Tierfraß lässt sich eventuell durch Nagespuren und Bergungsarbeiten lassen sich durch frische Werkzeugspuren makroskopisch erkennen (Verhoff 2008, Holz et al. 2015) (vgl. Tab. 12).

### 1.5 Weitere Methoden zur Identifizierung unbekannter Leichen

In seltenen Fällen, in denen die herkömmlichen Methoden nicht genügen, um eine unbekannt Leiche zu identifizieren, können bei Bedarf spezielle Methoden zur Anwendung gelangen. Dazu benötigt es allerdings einen Schädel, um beispielsweise eine Gesichtsrekonstruktion oder eine Superimposition zu ermöglichen.

#### 1.5.1 Gesichtsrekonstruktion

Die forensische Gesichtsrekonstruktion wird als Ultima Ratio genutzt, um menschliche Überreste zu identifizieren. Diese wird angewandt, wenn gängige Identifikationsmethoden scheiterten und eine öffentliche Suche anhand einer

## 1 Einleitung

---

Schädelskulptur oder -zeichnung zum Erfolg führen soll. Außerdem ist bei stark fäulnisveränderten und skelettierten Leichen eine solche Rekonstruktion erfolgsversprechend. Bei besonderen Funden (vgl. 4.4.4) wird aus anthropologischem und archäologischem Interesse und zu Forschungszwecken die potenzielle Erscheinung des gefundenen Schädels dargestellt, wie sie in der Vergangenheit hätte sein können.

Nach Burrath (2007) versuchte man sich seit dem Ende des 19. Jahrhunderts an der Herstellung von Gesichtsrekonstruktionen. Verschiedene Methoden und Materialien kamen zur Verwendung, bis Michail Gerassimow 1968 der Durchbruch gelang.

*„Mehr als 25 Jahre waren seit dem ersten Experiment zur Rekonstruktion des Gesichts auf dem Schädel in der Voruntersuchungspraxis vergangen, und nun erlangte meine Methode langsam, sehr langsam Daseinsberechtigung“* (Gerassimow 1968, S. 40). Durch seine Rekonstruktionen ließen sich unbekannte Verstorbene anhand einer Skulptur identifizieren. Weitere, ausführliche Informationen über die historische Entwicklung der Gesichtsrekonstruktion finden sich z.B. bei Burrath (2007).

Die Ermittlungsbehörden sollten sämtliche vorhandenen Informationen über die unbekannte Leiche an den Bearbeiter weiterreichen, inkl. Fotos vom Tatort, Auffindesituation, Kleidung. Dies gilt auch für die Anamnese und den Obduktionsbericht mit Angaben zu Größe, Gewicht, Herkunft und Alter, damit der rekonstruierende Techniker sich eine genaue Vorstellung über das Aussehen des Unbekannten machen kann (Burrath 2007).

Es stehen unterschiedliche Techniken für eine Gesichtsrekonstruktion zur Auswahl. Die Rekonstruktion kann als 3D Plastik am Schädelmodell, durch Silikonformen oder durch Laserscan (SDS) (vgl. 1.5.3) erstellt werden. Alternativ bieten sich die zeichnerische Arbeit oder eine Rekonstruktion mithilfe eines Computerprogramms in 2D oder 3D an (Burrath 2007, Püschel et al. 2011).

Für die plastische Rekonstruktion existieren verschiedene Methoden. Zunächst ist die Manchester Methode, nach Richard Neave, zu erwähnen, bei der alle Weichteile des Schädels in anatomisch korrekter Form aufgetragen und anschließend mit Haut versehen werden. Die amerikanische Methode arbeitet mit vorgegebenen Weichteildicken, die Zwischenräume werden mit Modeliermasse

## 1 Einleitung

---

gefüllt und anschließend ebenfalls mit Hautmodellmasse überdeckt. Bei der russischen Methode nach Gerassimow wird die Gesichtsmuskulatur frei auf vorgegebenen Weichteildicken nachgebildet. Die Manchester Methode vereinigt die amerikanische und die russische Methode (Ohlrogge et al. 2007, Burrath 2007).

### Plastische 3D-Rekonstruktion

Der Schädel wird zunächst vermessen und mit Silikon abgeformt. Aus jenen Gußformen wird dann der Schädel aus Kunststoff oder Gips gegossen.

Laut der Manchester Methode wird anschließend das Modell mit *landmarks* versehen und schichtweise die Gesichtsmuskulatur nacheinander mit Ton oder Knete aufgebaut. *Landmarks* bestehen aus zurechtgeschnittenen Knetemarkern, die die mittlere Weichteildicke an anatomisch definierten Punkten des Schädels angeben. Die durchschnittliche Weichteildicke lässt sich aus Tabellen ablesen, da diese mittels Messmethoden für das jeweilige Geschlecht und die Konstitution wissenschaftlich festgelegt wurden.

Folgend wird die Haut auf den Schädel aufgebracht und gläserne Augenmodelle werden in die Orbitae eingesetzt. Die Haut wird entsprechend der Anatomie mit Anhang vervollständigt. Bei diesem Schritt ist es wichtig, den Ernährungszustand sowie das Lebensalter der Person zu kennen, um die richtige Schichtdicke auszuwählen.

Das Rohmodell wird anschließend mit den aus den vorherigen Untersuchungen erschlossenen Daten zu Hautfarbe, Haaren und gegebenenfalls Bart ergänzt. Daraus entsteht ein Porträt, welches für die Fahndung verwendet werden kann. Haare und Kleidung können gegebenenfalls gewechselt, fotografiert und dokumentiert werden.

Heutzutage lässt sich auch mittels eines CT der Schädel schnell dreidimensional erfassen. Auch auf diesen 3D Schädel werden virtuell die *landmarks* angebracht, diese werden verbunden und die Zwischenflächen aufgefüllt und die entstehenden Kanten geglättet.

Allerdings weisen die computeranimierten Gesichter noch kaum Individualität auf. Dieses Verfahren soll mit den Jahren besser etabliert werden, indem die

## 1 Einleitung

---

manuellen Zwischenschritte auch von Computerprogrammen übernommen werden sollen (Burrath 2007, Kreutz & Verhoff 2007).

Becker et al. (2016) bearbeiteten eine neue Entwicklung der Gesichtsrekonstruktion, eine computergestützte 3D-Rekonstruktion mittels einer Open-Source-Software. Mithilfe von Fotos, Laserscan (SDS) und CT-Daten soll eine Rekonstruktion erstellt werden, die anschließend von verschiedener modellierender Software bearbeitet wird. Zuvor jedoch sind, wie bei der realen Rekonstruktion, sämtliche vorhandene Informationen des Unbekannten zusammenzutragen und auszuarbeiten. Auch hier braucht es einen intakten Schädel mit Unterkiefer. Falls der Schädel defekt ist, kann dieser allerdings auch vorher rekonstruiert werden. Die einzelnen Schritte der Rekonstruktion lassen sich, ähnlich der plastischen Rekonstruktion, manuell bearbeiten. Die *landmarks* werden manuell aufgebracht, die Augen eingesetzt und auch die Modellierung der Weichteildicken und weiterer Gesichtsmarkmale erfolgt nicht automatisch. Becker et al. (2016) resümieren, dass computergestützte Methoden viele Möglichkeiten der Rekonstruktion bieten und sich in den einzelnen Schritten durchaus als flexibel und zeitsparend erweisen.

### 1.5.2 Superimposition

Eine weitere Ultima Ratio zu Identifikationszwecken bietet die Superimposition. Bei dieser Technik benötigt es ebenfalls einen gut erhaltenen, womöglich skelettierten Schädel sowie Fotoaufnahmen (Porträt) von den Verdachtspersonen. Die Idee ist, diesen unbekanntem Schädel mit einem Porträt von einer Putativperson abzugleichen. Dazu wird der knöchernen Schädel möglichst exakt in derselben Position wie auf dem Portrait fotografiert. Beide Fotografien werden anschließend digital ab- und angeglichen. Durch eine digitale, transparente Übereinanderlagerung beider Fotografien lässt sich deren Morphologie miteinander vergleichen und ggf. bestätigen (vgl. 4.4.2).

### 1.5.3 CT-Aufnahmen bei skelettierten Leichen

Postmortale, radiologische Untersuchungen unterstützen die Leichendiagnostik und bieten die Möglichkeit einer Röntgenvergleichsuntersuchung zu Identifikationszwecken. Die CT-Datensätze lassen sich nutzen, um künstliche Körpermodelle zu erstellen. Von 40 Institutionen für Rechtsmedizin in Deutschland bieten fünf forensisch radiologische Untersuchungen an (vgl. 1.2).

Im Institut für Rechtsmedizin in Hamburg wurden in einem Zerstückelungsfall, durch die Anwendung eines CT, virtuelle 3D Rekonstruktionen der Körperteile angefertigt. So war es möglich, ohne mechanische oder chemische Veränderungen an den Leichenteilen auszuüben, die Zusammengehörigkeit dieser zu überprüfen (Jopp et al. 2012).

In einer solchen radiologischen Darstellung werden Knochen und Kalzifizierungen detailliert beurteilt, sodass auch biomechanische Analysen am postmortalen Skelett möglich sind. Mittels CT-Datensätzen können bei traumatomechanischen Fragestellungen Körpermodelle durch selektives Lasersintern (SLS) gefertigt werden. Ein solches 3D-Modell entsteht mithilfe eines Laserstrahls, welcher pulverisierten Kunststoff verschmelzen lässt. Die Krafteinwirkung und Auswirkung beispielsweise nach Einwirkung stumpfer Gewalt auf den Schädel, kann durch eine Plastik simuliert werden, ohne den historischen oder rezenten echten Schädelknochen zu verändern oder zu zerstören. SLS-Modelle dürfen aufgrund fehlender postmortaler Persönlichkeitsrechte, vervielfältigt und zu Lehrzwecken und als Studienobjekte angewandt werden (Kettner et al. 2013).

Aus rechtlichen und ethischen Gründen sind neuere anatomische Präparatesammlungen heute erheblich eingeschränkt.

*„Untersuchungsgut der forensischen Osteologie steht nur beschränkt zur Verfügung“* (Kettner et al. 2013, S. 92).

Mittlerweile historisch gewordenen Vergleichsmaterial ist für rezente Untersuchungen an aktuellen Fundstücken teils nicht mehr aussagekräftig. Es sind daher *„neue Möglichkeiten der osteologischen Datengewinnung und Vergleichsanalysen vonnöten“* (Kettner et al. 2013, S. 92).

## 1 Einleitung

---

Gemäß Verhoff et al. (2006, S. 32) können anhand digitaler 3D-Rekonstruktionen von Knochen nach CT-Scans „gleichwertige osteometrische Werte erhoben werden wie bei der klassischen manuellen Untersuchung realer Knochen“.

Mithilfe digitaler, postmortaler Rekonstruktionen durch einen *MultisliceCT* (MSCT) und durch hochauflösende Flat-Panel-CT lassen sich rezente morphometrische und morphologische Datensätze erheben, um somit eine ethisch korrekte, digitale Präparatesammlung unter anderem für die Projekte „Digitale Forensische Osteologie“ und „*Virtopsy*“ zu gewinnen (Verhoff et al. 2006b, 2008).

Bei den beiden Projekten handelt es „um die weltweit größte Sammlung von virtuellen rezenten Skeletten“ (Verhoff 2017) mit derzeitigem Fokus auf die Osteometrie.

### 1.5.4 Fordisc

1985 entwickelte Richard Jantz, derzeit emeritierter Professor des *Department of Anthropology at the University of Tennessee, Knoxville*, die *Forensic Data Bank (FDB)*, in der aus geklärten, identifizierten, forensischen Fällen Größe, Geschlecht, Gewicht und Alter, Geburtsort, medizinische Anamnese, Geburtsmerkmale, Beruf und osteometrische, kranio-metrische Daten anhand von Skelett-Abmessungen notiert wurden.

Diese *FDB* gilt als Basis von *Fordisc 3 (forensic database)*, welche Daten aus diversen, teilnehmenden postmortalen CT Untersuchungen sammelt und analysiert.

Elliot & Collard (2009) kritisierten *Fordisc* in deren Studie, bei der 200 Daten-bekannte Leichen mit dem Programm überprüft und analysiert wurden. Zu diesem Zeitpunkt konnte das Programm teils korrekte Daten bei Leichen auswerfen, deren Population bereits in der Sammlung war.

Mittlerweile ist die Sammlung gewachsen und Daten von den verschiedensten Populationen wurden hinzugefügt. Selbst die Zahnmorphologie, weitere kranio-metrische Daten und Daten zur Altersbestimmung sollen in *Fordisc* aufgenommen werden.

Nicht nur vollständige, sondern auch unvollständige Überreste Verstorbener können durch *Fordisc* osteometrisch ausgewertet und statistisch analysiert

## 1 Einleitung

---

werden. Auch ermöglicht es das Programm, das Geschlecht und die Herkunft analysieren und seine Berechnungen zu visualisieren. *Fordisc* beinhaltet demnach eine große Sammlung von osteometrischen Daten, welche als Vergleich herangezogen werden können. Außerdem stellt *Fordisc* die erste Version dar, die via Internet genutzt und aktualisiert werden kann. Nach Ousley & Jantz (2013) wird *Fordisc* von nahezu jedem amerikanischen, forensischen Anthropologen genutzt und soll sich auch in Deutschland etablieren. „*In the United States, UK, Germany and Australia, many universities have started using fordisc as an educational tool*“ (Ousley & Jantz 2013, S. 98, Elliott & Collard 2009, The University of Tennessee, Knoxville 2017).

### 1.6 Prospektion – Vorgehensweise bei der Freilegung und Bergung von Skelettfunden

Prospektion stammt aus dem Lateinischen: *prospecto, in die Ferne schauen*. Bei der Suche nach einer vermissten Person oder bei vorangegangenem Knochenfund ist es hilfreich, Informationen und bereits gesammelte Ergebnisse des Ermittlungsteams zu berücksichtigen und ggf. mit Archäologen der jeweiligen Landesdenkmalpflege zusammenzuarbeiten. Diese können mit ihren Kenntnissen über systematische Geländebegehungen auch in schwierigem Terrain wie dichtem Wald die Suche nach der vermissten Person unterstützen. Außer der Suche nach ungewöhnlichen Bodenmulden oder Hügeln erweist sich das Erkennen von Pionierpflanzen als sehr hilfreich für das Auffinden von möglichen, noch unbekanntem Grabstätten. Als Pionierpflanzen werden solche Pflanzen bezeichnet, die sich als Erstes auf neu entstandenen kahlen Flächen ansiedeln und als sehr widerstandsfähig gelten. Moose und Gräser, Weiden oder Birken können sich solchen Extrembedingungen gut anpassen und werden durch den Kot von Vögeln oder aber auch durch deren flugfähigen Samen verbreitet (Alt et al. 2013, Bauer 2016).

Die Prospektion eines Terrains kann mittels Sonden erfolgen. Dazu werden dünne Metall- oder Fiberglasstäbe (< 1 cm) im abgesteckten Raster in die Erde gesteckt. Am Widerstand beim Hineinstecken des Stabs kann man spüren, wie fest und unberührt oder wie locker und vor Kurzem bearbeitet das Erdreich ist.

## 1 Einleitung

---

Die Schäden, die ein solcher Stab bei Aufspüren eines Gegenstandes, Skeletts oder Grab anrichten würde, sind gering (van der Burgt 2016).

Die Spatentechnik, die Alt et al. (2013) beschreiben, sollte in einem forensischen Kontext nicht zur Anwendung gelangen. Bei der Spatentechnik handelt es sich um das systematische Anlegen von kleinen Testprofilen, indem je eine Spatenbreite und eine Spatentiefe innerhalb eines Rasters ausgehoben und das somit entstandene Profil begutachtet wird. Diese Methode sei als forensische Feldmethode ungeeignet (van der Burgt 2016).

Aspöck & Fera (2015) visualisierten Befunde archäologischer Grabungen dreidimensional, indem sie, unter anderem, die Grabungsoberflächen zweier Individuen in ihrer Grabstätte taphonomisch erfassten und auswerteten. Anschließend wurden die Daten in ein GIS (Geoinformationssystem) übertragen und mit vorhandenen Fotos dreidimensional dargestellt. Diese stellen eine Dokumentation dar und es lassen sich zusätzlich zweidimensionale Lagepläne und Profile herleiten. Grabungen jeder Art dreidimensional zu erfassen, würde nicht nur als Dokumentation vorteilhaft sein, sondern es könnten viele weitere Daten der Fundstelle erfasst und erarbeitet werden. 3D-Darstellungen könnten verständlicher an Dritte vermittelt und überdies zu Lehrzwecken genutzt werden.

### 1.7 Vorgehensweisen bei Exhumierungen von Bestattungen und molekularbiologischen Fragestellungen

Die Ausgrabungstechniken des forensischen Anthropologen oder Archäologen variieren je nachdem, wo der Leichnam ausgegraben werden soll (vgl. 5.5). In jedem Fall schützt sich der Bearbeiter zunächst selbst vor Ort mit Kittel, Handschuhen, Mund- und Kopfschutz. Mit dieser Kleidung wird auch einer Kreuzkontamination durch die eigene DNA vorgebeugt. Initial werden die obersten Schichten des Bodens horizontal abgetragen, sei es, wie in einem Wald, Humus oder wie beispielsweise auf einem Spielplatz Sand und Wiese oder auf einem Friedhof Erde und Blumengewächs. Anschließend werden, Schritt für Schritt, die folgenden Schichten von Hand abgetragen, bis sich die Grabgrube abzeichnet. Nun kann der Bearbeiter bereits auf verstreute andere Knochen stoßen, die in den meisten Fällen mit Muttererde auf das Grab gekommen sind. Erkennbar daran ist,

## 1 Einleitung

---

dass diese Knochen nicht im vorhandenen Sarg liegen, sondern kreuz und quer in den Erdschichten auf dem Sarg vorkommen, nicht anatomisch korrekt angeordnet sind und auch mehrfach oder nur einzeln vorhanden sein können.

Von essenzieller Bedeutung sind die Fotodokumentationen einzelner Schritte sowie die Anwesenheit der Ermittlungsbehörden.

Mittels der stratigrafischen Methode wird weiterhin Schicht um Schicht der Inhalt der Grabgrube vorsichtig abgetragen. Die Freilegung des Skeletts beginnt meistens am Schädel. Von dort aus wird nach kaudal in Richtung Brustkorb, obere Extremitäten, Becken und untere Extremitäten gearbeitet. Ab diesem Zeitpunkt wird, bei forensischer Fragestellung, ein forensischer Anthropologe benötigt, der eventuelle Spuren und Hinweise auf fremde, prä-, peri- oder postmortale Gewalteinwirkung sichert und darüber hinaus verwertbare Befunde detektiert und genauestens dokumentiert. Dieser arbeitet mit Pinseln, Spatel und feinmaschigen Sieben, damit auch die kleinsten Informationen nicht verloren gehen (Alt et al. 2013, Jopp-van Well et al. 2015a).

Wie bereits im Abschnitt zur DNA-Analyse (vgl. 1.4.7) erörtert, werden für die molekulargenetische Fragestellung vorzugsweise Molaren oder auch Langknochen (oder die Pars petrosa ossis temporalis) entnommen, um daraus geeignete DNA zu gewinnen.

Um das gesamte Skelett zu bergen, sollte dieses unter Fotodokumentationen in Seiten (rechts und links) getrennt verpackt werden. Um Schimmelbildung zu verhindern, sollte es in Krepp- oder Zeitungspapier eingewickelt und bei Ankunft im Institut direkt luftgetrocknet werden. Nach vorheriger Fotodokumentation werden die Langknochen, Hände und Füße einzeln verpackt.

Sämtliche verpackte Knochen sind einwandfrei zu beschriften, damit sie zweifelsfrei identifiziert und zugeordnet werden können (Alt et al. 2013).

### 1.8 Übliche Praxis bei Knochenfunden in Hamburg und Umgebung

Bei geplanten polizeilichen Vorhaben zur Absuche von Grundstücken mit Eingriffen in den Boden informiert das LKA die Bodendenkmalpflege und das Institut für Rechtsmedizin in Hamburg. Vor dem Eingriff überprüfen Mitarbeiter der Bodendenkmalpflege, ob dieser im Bereich eines Bodendenkmals stattfindet.

## 1 Einleitung

---

Mögliche Grabungen oder Exhumierungen erfolgen in Kooperation mit der Anthropologie/dem Institut für Rechtsmedizin in Hamburg, evtl. im Beisein der Bodendenkmalpflege.

Bei Zufallsfunden von Knochen wird das Institut für Rechtsmedizin/Anthropologie informiert und vorab in situ Fotos des Fundes gemailt und telefonische Rücksprache gehalten. Gegebenenfalls erfolgt eine Information an die Bodendenkmalpflege, beispielsweise bei Szenarien, bei denen eine rezente Ablagerung nicht eindeutig ist. Dementsprechend wird der Fund durch das Institut für Rechtsmedizin/Anthropologie geborgen oder eine Ausgrabung eingeleitet.

Bei Zufallsfunden auf Baustellen im Umfeld alter Friedhöfe informieren die Bauprüfämter die Bodendenkmalpflege vor Beginn des Bauvorhabens. Auch das Institut für Rechtsmedizin/Anthropologie wird über ein solches geplantes Vorhaben informiert. Exhumierungen der Bestatteten werden folglich durch das Institut für Rechtsmedizin/Anthropologie ggf. im Beisein der Bodendenkmalpflege durchgeführt. Die Gebeine werden zur genaueren Untersuchung ins Institut für Rechtsmedizin verbracht. Die Regelung zur Finanzierung der Kremierung der Gebeine erfolgt nach dem Verursacherprinzip (vgl. 4.2.1).

Üblicherweise sollten bei Zufallsfunden auf oder an Baustellen die Bauarbeiten gestoppt und die Knochen dort belassen werden, wo sie aufgefunden wurden.

Werden Knochen von Passanten gefunden, sollten sie liegen gelassen und nicht berührt werden. In jedem Fall sollte die Polizei hinzugerufen werden, die einen Streifenwagen vor Ort schickt.

Der Fund gelangt in toto oder als Foto per E-Mail in das Institut für Rechtsmedizin in Hamburg, wo ein Gutachten nach üblicher Fragestellung vom LKA erstellt wird:

- Handelt es sich um einen menschlichen Knochen?
- Liegezeit des Knochens im Boden bzw. wie lange liegt der Todeszeitpunkt zurück?
- Können Aussagen zur Todesursache getroffen werden?
- Können weitere Aussagen zu der Person getätigt werden (Geschlecht, Alter, Körperhöhe)?

## 1 Einleitung

---

### 1.8.1 Kurz-Kasuistik: Schädel zertrümmern

Diese Kasuistik soll als Beispiel dienen, wie nicht mit einem Fund umgegangen werden sollte.

Nahe Itzehoe hat ein Angler im Juli 2015 einen im Schlamm festsitzenden Schädel aus einem Fluss gefischt. Um zu hören, ob es sich um einen echten, menschlichen Schädel handelt, schlug der Angler auf diesen ein und zertrümmerte ihn. Anschließend benachrichtigte er die Polizei, die einen Streifenwagen losschickte.

Im Institut für Rechtsmedizin in Hamburg stellte sich heraus, dass es sich bei dem nun zertrümmerten Schädel um einen menschlichen, kindlichen Schädel ohne Unterkiefer handelte. Taucher suchte den Fundort nach weiteren Knochen ab. Bei den weiteren dort gefundenen Skelettelementen handelte es sich aber um Tierknochen. Vor Jahren hatte es an dem Fluss Baustellen gegeben, um diesen zu begradigen.

Das Alter des kindlichen Schädels wurde anhand der offenen Schädelnähte und des Zustands der vorhandenen, unbehandelten Zähne aus dem rechten Oberkiefer auf ca. sechs Jahre geschätzt.

*„Da es sich um einen kindlichen Schädel handelt können makroskopisch keine geschlechtstypischen Merkmale bestimmt werden. Es wird auf das Ergebnis der DNA-Analyse verwiesen“* (Zitat aus einem Gutachten).

Eine DNA-Analyse aus einem der Mahlzähne führte zu keinem verwertbaren Ergebnis.

Mit dem Zerschlagen des Schädels hat dieser Mann womöglich wesentliche Indizien zur Identifizierung und makroskopischen Besichtigung zerstört, ebenso gingen evtl. Teile des Schädels verloren (Information aus einem Gutachten).

### 1.8.2 Aufgaben und Funktionen ermittelnder Behörden und Problematiken

Der Finder alarmiert die Polizei, welche einen Streifenwagen zum Fundort schickt. Die Auffindesituation sowie der Fund werden dem LKA, Abteilung Mordermittlung, mitgeteilt, die über das weitere Vorgehen entscheidet. Möglicherweise sind Baumaßnahmen anzuhalten. Die Polizeibeamten im Streifenwagen können eine Ersteinschätzung wagen, Personen befragen und Beweisfotos machen, sind jedoch nicht befugt, über das weitere Procedere zu verfügen. Das LKA benachrichtigt das Institut für Rechtsmedizin, welches Mitarbeiter zum Fundort schicken kann, um die Situation einzuschätzen. Gegebenenfalls erfolgt eine Information an die Bodendenkmalpflege.

Wenn es sich um einen möglicherweise kriminalistischen Hintergrund handelt, entscheidet die Staatsanwaltschaft über das weitere Vorgehen. Evtl. werden weitere Spezialisten wie Archäologen, Biologen, Entomologen oder Paläontologen benötigt, um interdisziplinär zu den Ermittlungen beizutragen (vgl. 4.4.3 und 4.4.4).

*„Als menschliche Leiche gilt der Körper eines Verstorbenen, solange der gewebliche Zusammenhang infolge Fäulnis noch nicht aufgehoben ist (Skelette oder Skeletteile gelten nicht mehr als Leichnam)“ (DGRM 2012, S. 1).*

Nach den Leitlinien der *Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin* (DGRM) sind Skelettfunde nicht der gesetzlichen Leichenschaupflicht unterlegen, weshalb nicht zwangsmäßig eine Begutachtung durch einen Arzt stattfinden muss.

Häufig werden in Hamburg zuständige Rechtsmediziner oder forensische Anthropologen bei Knochenfunden nicht benachrichtigt. Sie werden vom Finder als historisch, und damit für Ermittlungen eher als unwichtig, oder als tierisch eingeschätzt und verworfen. Der Fundort und Material werden durch fortgeführte Baumaßnahmen weitestgehend zerstört. Das ist durchaus unakzeptabel, wenn es sich doch um rezente, menschliche Knochen handelt und somit Beweismittel verloren gehen. Dabei verloren gehen können zudem historische Belege, die für die Wissenschaft interessant wären.

## 2 Material und Methoden

---

### 2 Material und Methoden

#### 2.1 Beobachtungszeitraum

Die Erhebung der Daten erfolgte retrospektiv aus den Jahren 1980 bis 2015.

#### 2.2 Fallgruppe

Sämtliche Knochenfundgutachten aus den Jahren 1980 bis 2015, die im Institut für Rechtsmedizin in Hamburg im Archiv abgelegt und aufbewahrt wurden, gelangten zur Auswertung.

#### 2.3 Erfassungsgebiet

Der Zuständigkeitsbereich des Instituts für Rechtsmedizin Hamburg umfasst die Staatsanwaltschaftsbereiche Bremerhaven, Itzehoe einschließlich Helgoland, Lüneburg, Stade, Verden sowie Hamburg (vgl. Abb. 12).

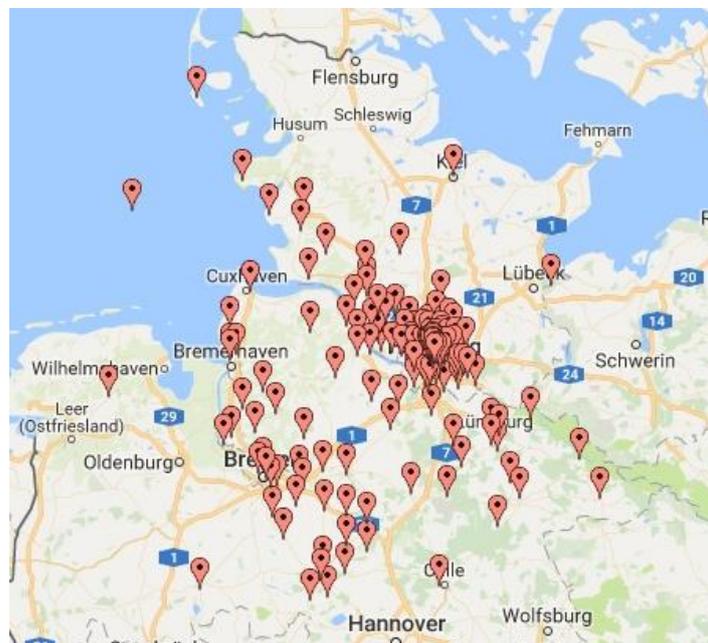


Abb. 12 Überblick. Verteilung der Knochenfunde in Hamburg und Umgebung (www.googlemaps.de)

### 2.4 Methodisches Vorgehen

Zu den Knochenfällen der letzten 35 Jahre wurden retrospektive Untersuchungsdatenkollektive aus dem Institut für Rechtsmedizin dokumentiert und spezielle Angaben tabellarisch in Excel aufgeführt. Exkludiert wurden einige Fälle, da es sich dabei um keine reinen Knochenfunde handelte, sondern um Leichenteile (Torso, Sektionen mit Fäulnis oder Verkohlung). Auch exkludiert wurde beispielsweise ein Fall aus dem Jahre 2011, bei dem in einer Höhle in Namibia ein Skelett gefunden und das Institut für Rechtsmedizin in Hamburg um Rat gefragt wurde. Da das Skelett sich weder in Deutschland, geschweige denn im Hamburger Umland befand, fand es in dieser Arbeit nicht Berücksichtigung. Solche „fernen Skelettfunde“ gab es mehrere, beispielsweise aus dem Mittelmeerraum, Belgien, Ruanda, Äthiopien und Dänemark.

Folgende Angaben beziehen sich daher auf die 427 reinen Knochenfunde aus Hamburg sowie dem Hamburger Umland. Bei den Angaben zu Knochenfunden handelt es sich nicht in jedem Fall jeweils um einen einzigen Knochen, sondern um den gesamten Fund an sich. Dieser kann sowohl mehrere Knochen (menschliche als auch tierische) beinhalten als auch ein fragmentiertes Stück Knochen oder auch Verdachtsfälle.

Hier erfolgt der Hinweis, dass nicht alle externen Untersuchungsergebnisse in den Akten im Institut für Rechtsmedizin in Hamburg lagern und somit nicht mehr unbedingt verfügbar sind.

## 3 Ergebnisse

---

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Knochenfunde in Hamburg und Umgebung

In den vergangenen 35 Jahren sind 427 Knochenfundfälle in und um Hamburg aktenkundig geworden. Im Jahrzehnt 1980–1990 sind im Vergleich am wenigsten Fälle an Knochenfunden bearbeitet bzw. dokumentiert worden (n=46). 1991–2000 steigerten sich die Funde auf 69. 2001–2010 sind mit 178 die meisten Knochenfunde dokumentiert worden. Folgend, mit allerdings nur fünf Jahren, 2011–2015, wurden bereits 134 Knochenfunde begutachtet. Die Tendenz erweist sich als steigend (vgl. Abb. 13).

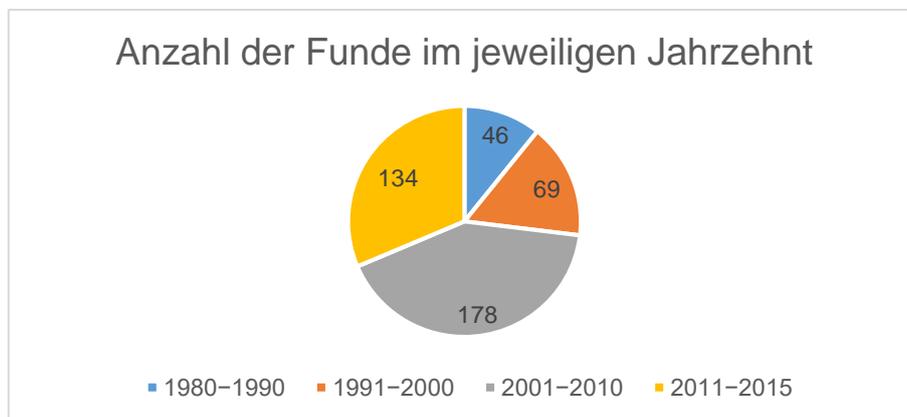


Abb. 13 Anzahl der Knochenfunde insgesamt über die jeweiligen Jahrzehnte (n=427)

##### 3.1.1 Knochenfundverteilung und zuständige Polizeikommissariate

In den Gutachten wurden vermehrt Postleitzahlen (PLZ) des Fundortes angegeben, anstatt einer genauen Adresse. Deshalb wurden die PLZ (n=381) herausgeschrieben. Nachdem die Duplikate gelöscht waren, verblieben 170 verschiedene PLZ, die anschließend bei [www.googlemaps.de](http://www.googlemaps.de) eingefügt wurden (vgl. Abb. 14 und Tab. 13).

### 3 Ergebnisse

---

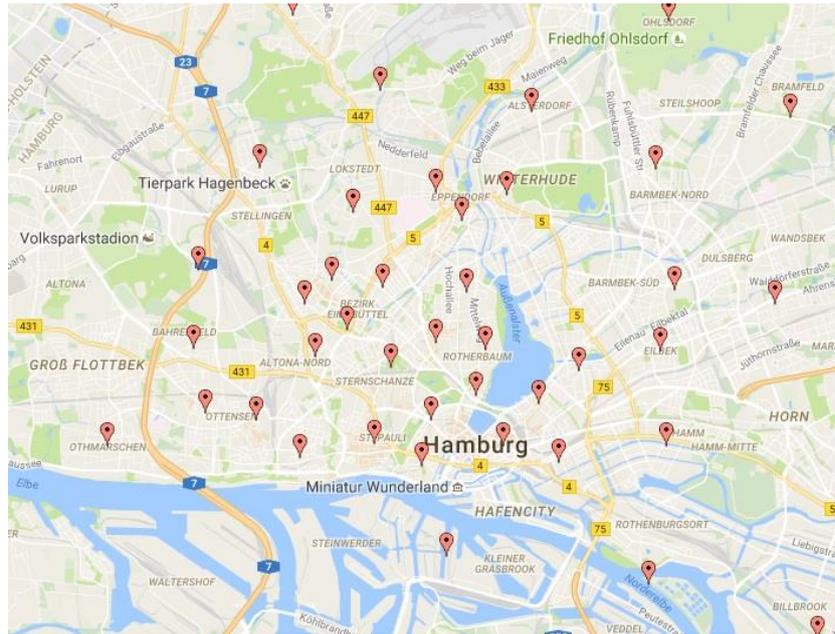


Abb. 14 Überblick über die Knochenfundverteilung anhand der PLZ, Ausschnitt Hamburg (www.googlemaps.de)

Hamburg weist innerhalb seiner sieben Bezirke (Altona, Bergedorf, Eimsbüttel, Hamburg-Mitte, Hamburg-Nord, Harburg, Wandsbek) insgesamt 104 Stadtteile auf.

Hamburg Mitte stellt den Bezirk mit den meisten Knochenfunden dar, gefolgt vom Bezirk Altona. Hamburg Mitte beherbergt ein großes und weiträumiges Gebiet in Hamburg, in dem ständig gebaut und erneuert wird (Hafencity, der Hafen, die Elbe, die Messehallen, Planten un Blumen, Hauptbahnhof, Bahnhof Hamburg Dammtor, Binnenalster etc., um nur einige zu nennen). Es ist damit zu rechnen, dass aktuell innerhalb der Vielzahl an Baustellen in der Hafencity entweder durch das Graben oder durch Muttererde einige Knochen zutage kommen werden (vgl. Abb. 15). Bei 13 weiteren PLZ wurden jeweils vier Funde dokumentiert und bei 20 anderen PLZ jeweils drei. Bei 35 verschiedenen PLZ wurde jeweils zweimal ein Fund bearbeitet, bei allen übrigen 85 PLZ wurde lediglich ein Fund gemeldet (vgl. Tab. 13).

### 3 Ergebnisse

Tab. 13 Lokalisation und Häufigkeit der Knochenfunde

PLZ	Häufigkeit	Bezirk	Stadtteil (Beispiele)
85x	1		
35x	2		
20x	3		
13x	4		
20095	5	Mitte	Altstadt, Klostertor, St. Georg
20359	5	Mitte	Neustadt, Sankt Pauli, Altona
21037	5	Bergedorf	Allermöhe, Ochsenwerder, Kirchwerder
22587	5	Altona	Blankenese, Osdorf, Rissen
20357	6	Eimsbüttel	Rotherbaum, Sankt Pauli
21033	6	Bergedorf	Lohbrügge, Billwerder
25524	6	Itzehoe	Kollmoor
20097	7	Mitte	Hammerbrook, Sankt Georg
21029	7	Bergedorf	Altengamme, Curslack
21073	7	Harburg	Eißendorf, Harburg, Heimfeld
20457	7	Harburg	Hafencity, Neustadt, Steinwerder
27498	8		Helgoland
22549	9	Altona	Bahrenfeld, Lurup, Osdorf
22767	10	Altona	Sankt Pauli, Altona, Ottensen
20355	13	Mitte	Neustadt, Sankt Pauli

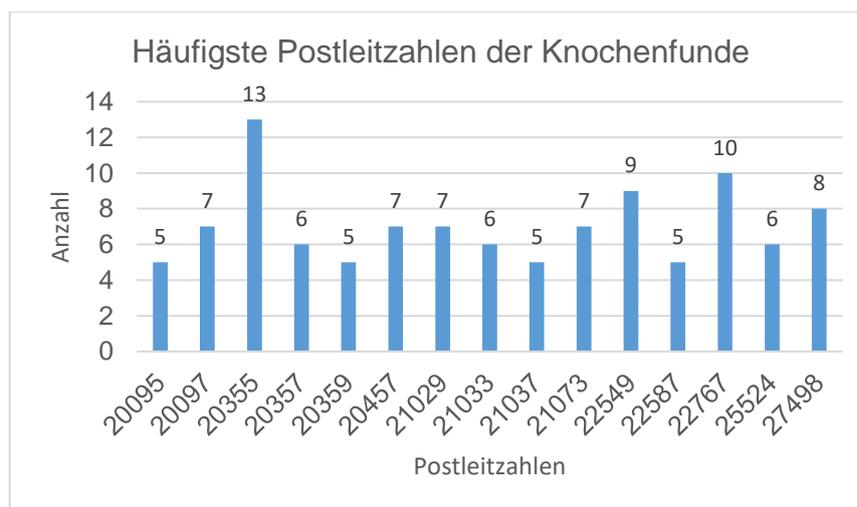


Abb. 15 PLZ mit den häufigsten Knochenfunden

Die Polizeikommissariate (PK) in Hamburg sind entsprechend der Größe und dem Bedarf in die Bezirke eingeteilt, wobei Bezirk Mitte in „I und II“ aufgeteilt ist (vgl.

### 3 Ergebnisse

Abb. 16 und Tab. 14). Wenn die Finder der Knochen jedes Mal das für den Bezirk zuständige Polizeikommissariat erreicht haben, so dürften die PK 11,14,15 und 16 (vgl. Nr. 1 in Abb. 16) am häufigsten Mitarbeiter zu den Knochenfunden geschickt haben.

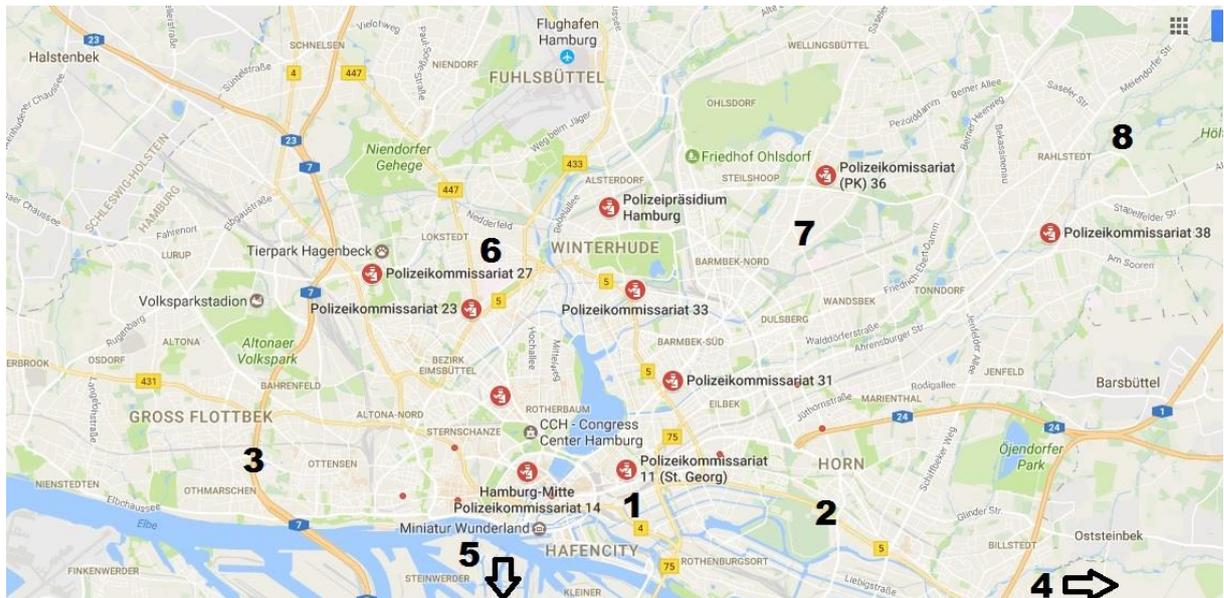


Abb. 16 Bezirke der Polizeikommissariate in Hamburg (n=8) plus Polizeipräsidium (und LKA) ([www.googlemaps.de](http://www.googlemaps.de))

Tab. 14 Direktion Polizeikommissariate (PK) Hamburg

Nummerierung	Bezirk	PK
1.	Mitte I	11, 14, 15, 16
2.	Mitte II	41, 42
3.	Altona	21, 25, 26
4.	Bergedorf	43
5.	Harburg	44, 46, 47
6.	Eimsbüttel	23, 17, 24, 27
7.	Nord	31, 33, 34, 36
8.	Wandsbek	37, 35, 38

### 3 Ergebnisse

#### 3.1.2 Anzahl der Knochenfunde der jeweiligen Monate

In den Frühlings- (April, Mai) und Sommermonaten (Juni, Juli, August), aber auch im Oktober wurden während der Jahre 1980–2015 die meisten Knochenfunde vermerkt (vgl. Tab. 15).

Während im Januar (n=17) und Februar (n=16) nur wenige Knochen gefunden wurden, steigt die Zahl im März bereits auf 38. Der Monat April weist mit 50 die meisten Funde auf, während die weitere Anzahl in den folgenden Monaten nun leicht sinkt (Mai n=44, Juni n=42), um im Juli mit 48 Funden erneut anzusteigen. Nun sinken die Zahlen abermals, (August n=39, September n=27) um im Oktober mit 41 Knochenfunden wieder anzusteigen. Im Winter fallen die Zahlen zurück auf im November 27 und im Dezember 20. Die Knochenfunde über die einzelnen Monate zeigen Tab. 15 sowie Abb. 17 bis Abb. 29. In 18 Fällen gab es keine Angaben über den Monat des Fundes.

Tab. 15 Anzahl der Knochenfunde über die Monate in den jeweiligen Jahrzehnten (n=427)

Monat	1980–1990	%	1991–2000	%	2001–2010	%	2011–2015	%	Total	%
Januar	2	4%	5	7%	5	3%	5	4%	17	4%
Februar	2	4%	3	4%	7	4%	4	3%	16	4%
März	4	9%	5	7%	11	6%	18	13%	38	9%
April	5	11%	6	9%	26	15%	13	10%	50	12%
Mai	4	9%	6	9%	19	11%	15	11%	44	10%
Juni	6	13%	6	9%	17	10%	13	10%	42	10%
Juli	6	13%	8	12%	19	11%	15	11%	48	11%
August	4	9%	6	9%	15	8%	14	10%	39	9%
September	2	4%	6	9%	11	6%	8	6%	27	6%
Oktober	4	9%	8	12%	20	11%	9	7%	41	10%
November	2	4%	1	1%	14	8%	10	7%	27	6%
Dezember	1	2%	3	4%	8	4%	8	6%	20	5%
Keine Angaben	4	9%	6	9%	6	3%	2	1%	18	4%
Total	46	100%	69	100%	178	100%	134	100%	427	100%

### 3 Ergebnisse

---

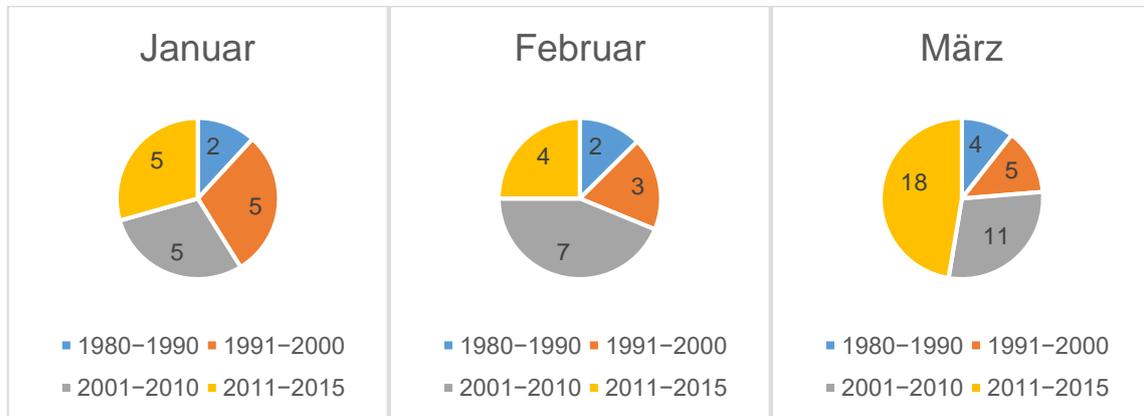


Abb. 17 Knochenfunde im Januar, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=17)

Abb. 18 Knochenfunde im Februar, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=16)

Abb. 19 Knochenfunde im März, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=38)

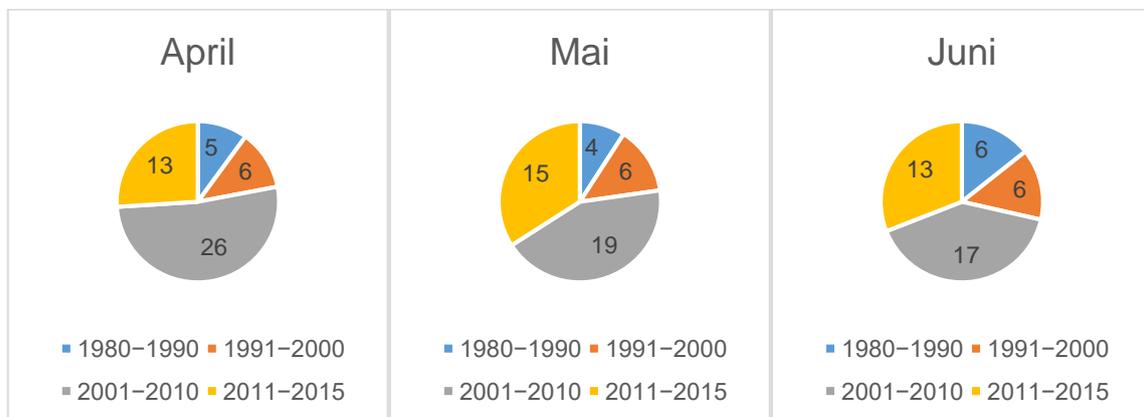


Abb. 20 Knochenfunde im April, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=50)

Abb. 21 Knochenfunde im Mai, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=44)

Abb. 22 Knochenfunde im Juni, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=42)

### 3 Ergebnisse

---

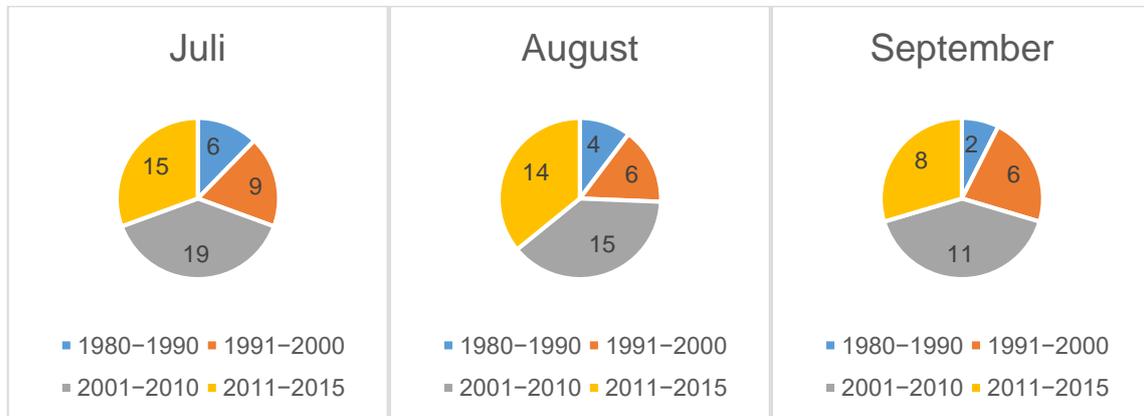


Abb. 23 Knochenfunde im Juli, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=48)

Abb. 24 Knochenfunde im August, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=39)

Abb. 25 Knochenfunde im September, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=27)

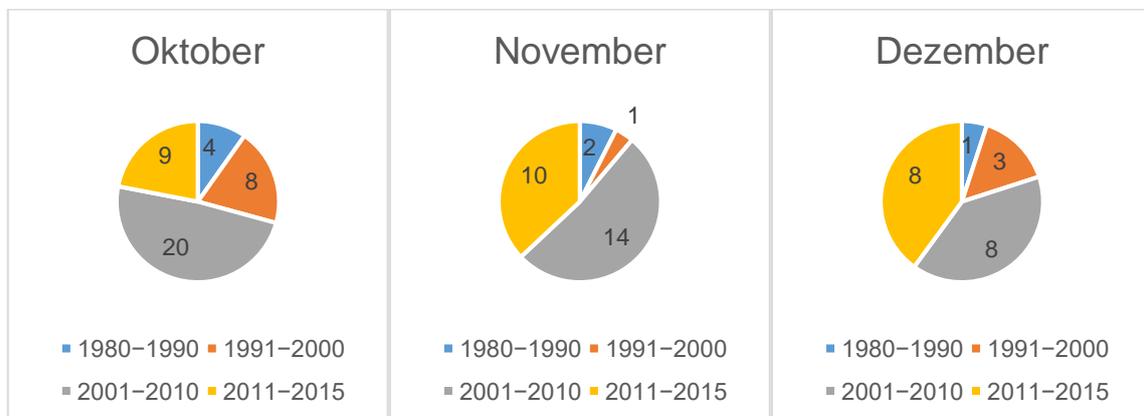


Abb. 26 Knochenfunde im Oktober, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=41)

Abb. 27 Knochenfunde im November, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=27)

Abb. 28 Knochenfunde im Dezember, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=20)

### 3 Ergebnisse

---



Abb. 29 Keine Angaben zu den Monaten des Fundes in den jeweiligen Jahrzehnten (n=18)

#### 3.1.3 Fundort

Weitaus weniger Knochen wurden zwischen 1980 und 2000 bei Bau- und Erdarbeiten entdeckt (n=39). Die meisten Knochen wurden zwischen 2001 und 2010 mit 58 gefunden. Da allerdings innerhalb von fünf Jahren von 2011–2015 bereits 48 Knochenfunde bei Bau-/Erdarbeiten erfolgten, ist davon auszugehen, dass in den kommenden Jahren eine ähnliche Anzahl gefunden wird (vgl. Abb. 30 und Tab. 16).

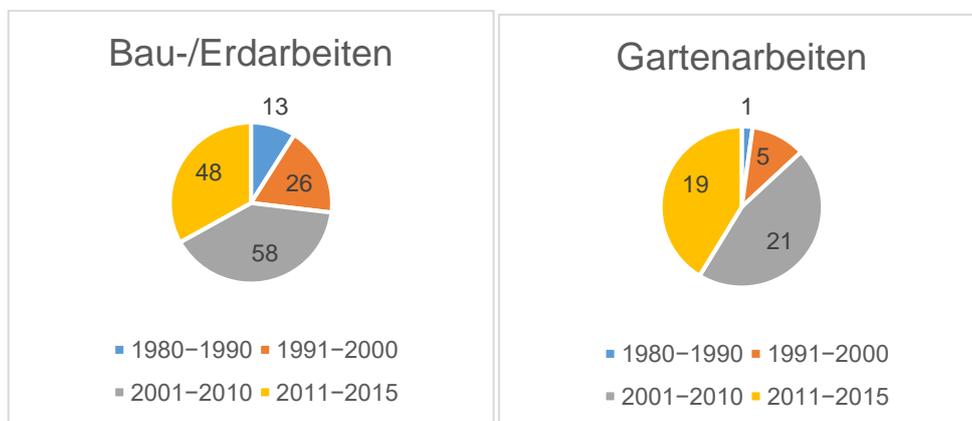


Abb. 30 Anzahl der Knochenfunde bei Bau- und Erdarbeiten (n=145) in den jeweiligen Jahrzehnten

Abb. 31 Anzahl der Knochenfunde bei Gartenarbeiten (n=46) in den jeweiligen Jahrzehnten

Bei Gartenarbeiten sind innerhalb von 20 Jahren (1980–2000) lediglich sechs Knochenfunde entdeckt worden. Allerdings zeigte sich dann ein rapider Anstieg von 21 Knochenfunden zwischen 2001 und 2010. In den vergangenen fünf Jahren, von 2011–2015, wurden 19 Knochen bei Gartenarbeiten gefunden (vgl.

### 3 Ergebnisse

Abb. 31 und Tab. 16). Weiterhin wurden 23 Knochenfunde in einem Wald oder an/auf einem Waldweg gemeldet, 15 am Elbufer oder -strand und 12 auf Wiesen oder Äckern (vgl. Tab. 16).

Tab. 16 Fundort der Knochen in den jeweiligen Jahrzehnten

	Jahr	%	Jahr	%	Jahr	%	Jahr	%	Total	%
Fundort	1980–1990		1991–2000		2001–2010		2011–2015			
Bauarbeiten/ Erdarbeiten	13	28%	26	38%	58	33%	48	36%	145	34%
Gartenarbeiten	1	2%	5	7%	21	12%	19	14%	46	11%
An/auf Straße	2	4%	0	0%	2	1%	2	1%	6	1%
Wald/Waldweg	4	9%	3	4%	12	7%	4	3%	23	5%
Moor	1	2%	0	0%	0	0%	1	1%	2	0%
Mülldeponie/ - verbrennungsanlage /Abfallplatz	1	2%	1	1%	1	1%	0	0%	3	1%
Watt	4	9%	1	1%	1	1%	1	1%	7	2%
Wiese/Acker	2	4%	1	1%	3	2%	6	4%	12	3%
Elbwasser	1	2%	1	1%	0	0%	3	2%	5	1%
Elbufer/Elbstrand	1	2%	3	4%	4	2%	7	5%	15	4%
Helgoland	1	2%	4	6%	1	1%	1	1%	7	2%
Bahngleise/Nähe / am Zug	3	7%	2	3%	4	2%	0	0%	9	2%
Friedhof	1	2%	2	3%	3	2%	5	4%	11	3%
Kanal/Fluss	0	0%	0	0%	1	1%	6	4%	7	2%
Reiterhof	0	0%	0	0%	3	2%	0	0%	3	1%
Teich/Seeufer	0	0%	0	0%	4	2%	1	1%	5	1%
Graben	0	0%	1	1%	1	1%	0	0%	2	0%
Landweg/Feldweg / Fußweg	0	0%	4	6%	6	3%	3	2%	13	3%
Gemarkung/Marsch/Feldmark	2	4%	1	1%	3	2%	0	0%	6	1%
In der Alster	1	2%	0	0%	0	0%	0	0%	1	0%
Unter Brücke	1	2%	0	0%	0	0%	0	0%	1	0%
In Plastiktüte bei einem Passanten	1	2%	0	0%	0	0%	0	0%	1	0%
Ladefläche PKW	1	2%	0	0%	0	0%	0	0%	1	0%
Schwalbenplatz	0	0%	1	1%	0	0%	0	0%	1	0%
Kiesgrube	0	0%	1	1%	0	0%	2	1%	3	1%
Bordell	0	0%	1	1%	0	0%	0	0%	1	0%
Abfallbehälter / Müllsack	0	0%	2	3%	4	2%	2	1%	8	2%
Gebüsch	0	0%	1	1%	5	3%	1	1%	7	2%
Schule	0	0%	1	1%	1	1%	0	0%	2	0%

### 3 Ergebnisse

	Jahr	%	Jahr	%	Jahr	%	Jahr	%	Total	%
Fundort	1980–1990		1991–2000		2001–2010		2011–2015			
Strand (nicht Elb)	0	0%	2	3%	3	2%	1	1%	6	1%
Bus	0	0%	1	1%	0	0%	0	0%	1	0%
UKE Gelände	0	0%	1	1%	0	0%	0	0%	1	0%
Forensisch-archäologische Grabung	0	0%	0	0%	1	1%	0	0%	1	0%
Hausräumung/ Umzug/ Wohnungsauflösung	0	0%	0	0%	6	3%	2	1%	8	2%
Privat	0	0%	0	0%	2	1%	2	1%	4	1%
Park	0	0%	0	0%	0	0%	3	2%	3	1%
Spielplatz ohne Bauarbeiten	0	0%	0	0%	1	1%	1	1%	2	0%
Unter einem Balkon	0	0%	0	0%	1	1%	0	0%	1	0%
Verladehof	0	0%	0	0%	1	1%	0	0%	1	0%
Niendorfer Gehege	0	0%	0	0%	1	1%	0	0%	1	0%
Fleet	0	0%	0	0%	1	1%	0	0%	1	0%
Grill auf Balkon	0	0%	0	0%	1	1%	1	1%	2	0%
Seeadler Horst	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%	1	0%
vermeintliche Absturzstelle	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%	1	0%
Fundbüro	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%	1	0%
Boberger Dünen	0	0%	0	0%	1	1%	1	1%	2	0%
Allerufer	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%	1	0%
Sandkasten	0	0%	0	0%	0	0%	2	1%	2	0%
In einer Mauer	0	0%	0	0%	2	1%	0	0%	2	0%
Stadtreinigung	0	0%	0	0%	1	1%	0	0%	1	0%
Firmengelände	0	0%	0	0%	2	1%	0	0%	2	0%
Hamburg Dungeon	0	0%	0	0%	1	1%	0	0%	1	0%
Keine Angaben	5	11%	3	4%	15	8%	5	4%	28	7%
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>	<b>69</b>	<b>100%</b>	<b>178</b>	<b>100%</b>	<b>134</b>	<b>100%</b>	<b>427</b>	<b>100%</b>

### 3 Ergebnisse

#### 3.1.4 Finder

Insgesamt haben 125 Bauarbeiter, 98 Passanten und 50 Mitarbeiter/Angestellte in den Jahren 1980–2015 Knochen gefunden. 40 Kinder und Schüler wurden als Finder in die Gutachten eingetragen. Zudem waren, mit einer Gesamtzahl von 38, Anwohner Finder von Knochen. In 47 Fällen erfolgten keine Angaben (vgl. Tab. 17).

Tab. 17 Finder der Knochen in den jeweiligen Jahrzehnten (n=427)

	Jahr	%	Jahr	%	Jahr	%	Jahr	%	Total	%
Finder	1980–1990		1991–2000		2001–2010		2011–2015			
Bauarbeiter	9	20%	21	30%	52	29%	43	32%	125	29%
Passanten	14	30%	22	32%	35	20%	27	20%	98	23%
Mitarbeiter/ Angestellte	5	11%	12	17%	21	12%	12	9%	50	12%
Kinder/ Schüler	9	20%	0	0%	15	8%	16	12%	40	9%
Anwohner	0	0%	3	4%	18	10%	17	13%	38	9%
Polizei	0	0%	0	0%	7	4%	2	1%	9	2%
Hund	0	0%	2	3%	4	2%	2	1%	8	2%
Privat	0	0%	0	0%	4	2%	1	1%	5	1%
Pilzesammler	0	0%	0	0%	1	1%	2	1%	3	1%
Angler	0	0%	0	0%	0	0%	3	2%	3	1%
Freiwillige Feuerwehr	0	0%	1	1%	0	0%	0	0%	1	0%
Keine Angaben	9	20%	8	12%	21	12%	9	7%	47	11%
Total	18	39%	14	20%	70	39%	52	39%	427	100%

#### 3.1.5 Spezies: Mensch oder Tierknochen?

1980–1990 wurden 41 menschliche sowie 5 tierische Knochenfunde notiert. 1991–2000 steigerten sich die Funde auf 54 menschliche und 17 tierische. In dem Jahrzehnt 2001–2010, in dem mit 178 am meisten Knochen gefunden wurden, waren es 97 Tierknochen und 90 menschliche Knochen. In den folgenden fünf Jahren, 2011–2015, wurden 84 Tierknochen und 62 Knochen von Menschen gefunden. In manchen Gutachten sind keine schriftlichen Vermerke gemacht worden, worum es sich handelt, daher „keine Angaben“ (n=7). Abb. 32 zeigt differenziert die Knochenfunde in den jeweiligen Jahrzehnten von 1980–2015. Tab. 18 führt, dazu passend, die einzelnen Zahlenangaben noch einmal auf.

### 3 Ergebnisse

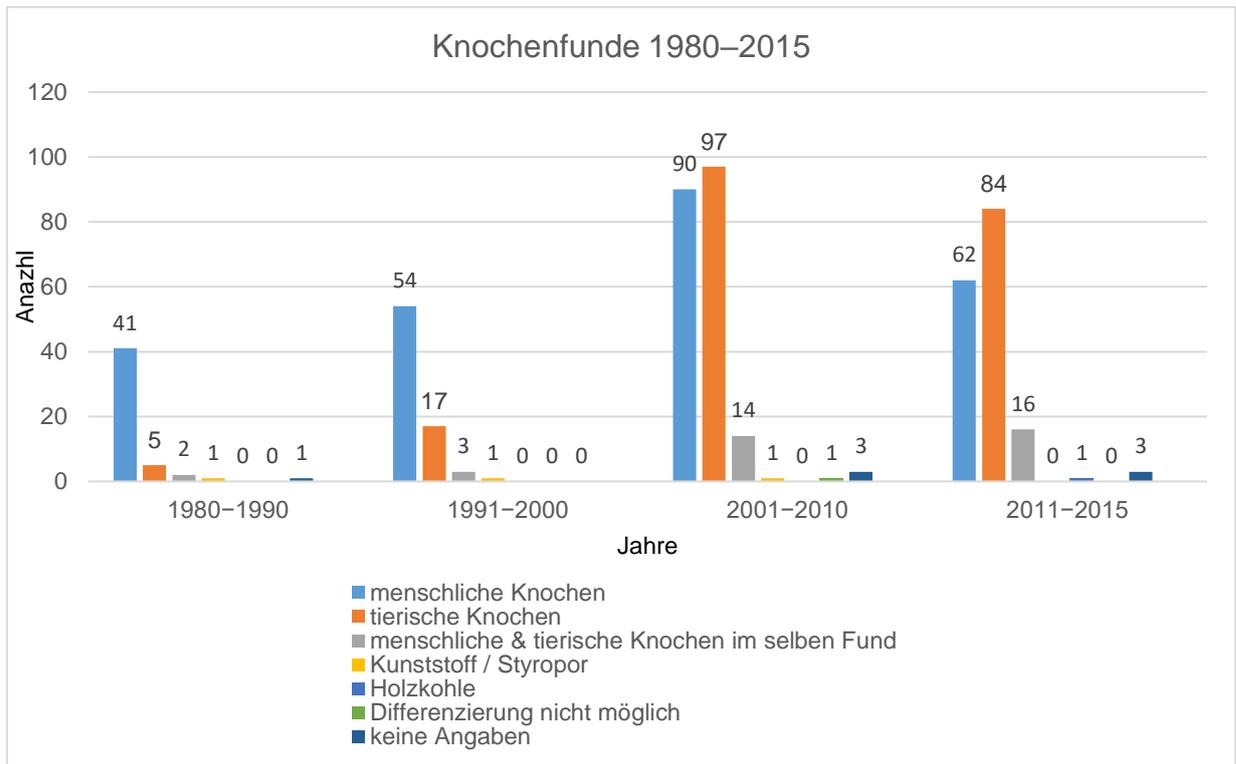


Abb. 32 Differenzierung der tatsächlichen (Knochen-)Funde in Mensch und Tier und weiteres (n=497)

Tab. 18 Alle Knochenfunde in den jeweiligen Jahrzehnten (n=497)

	Jahr	%	Jahr	%	Jahr	%	Jahr	%	Total	%
Funde in Jahrzehnten	1980–1990		1991–2000		2001–2010		2011–2015			
Menschliche Knochen	41	82%	54	72%	90	44%	62	37%	247	50%
Tierische Knochen	5	10%	17	23%	97	47%	84	51%	203	41%
Menschliche und tierische Knochen gleichzeitig	2	4%	3	4%	14	7%	16	10%	35	7%
Holzkohle	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%	1	0%
Kunststoffknochen/ Styropor	1	2%	1	1%	1	0%	0	0%	3	1%
Differenzierung nicht möglich	0	0%	0	0%	1	0%	0	0%	1	0%
Keine Angaben	1	2%	0	0%	3	1%	3	2%	7	1%
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>	<b>75</b>	<b>100%</b>	<b>206</b>	<b>100%</b>	<b>166</b>	<b>100%</b>	<b>497</b>	<b>100%</b>

### 3 Ergebnisse

---

#### 3.1.6 Geschlecht

Anhand der Knochen konnte in 124 Fällen ein Geschlecht festgestellt werden. 87 Knochenfunde wurden als männlich und 37 als weiblich ermittelt (vgl. Abb. 33).



Abb. 33 Geschlecht der Knochen (n=124)

#### 3.1.7 Geschätztes kalendarisches Alter

In 149 Fällen wurde das kalendarische/chronologische Alter geschätzt. Folgende Einteilung dient nach Knußmann (1980) zur Diagnose des kalendarischen Alters an Knochen- und Skelettmaterial:

Tab. 19 Einteilung zur Diagnose des kalendarischen Alter an Knochen- und Skelettmaterial (n=149) (Knußmann 1980, S. 134, Grupe et al. 2015b, S. 101)

Altersgruppe	Kalendarisches Alter	Anzahl
Infans I	0–6 Jahre	5
Infans II	7–12 Jahre	2
Juvenis	13–20 Jahre	15
Adultus	20–40 Jahre	73
Maturus	40–60 Jahre	41
Senilis	>60 Jahre	13
Total		149

Das kalendarische Alter der Individuen ließ sich anhand der Schädelnähte, des Zahnstatus und aufgrund degenerativer Veränderungen der Gelenke und der Wirbelsäule grob schätzen. Häufig wurde das kalendarische Alter in den Gutachten schlicht als *Erwachsen* eingestuft, weshalb jene Einschätzungen in

### 3 Ergebnisse

---

dieser Auswertung zu „Adultus“ eingeteilt wurden. *Mittleres bis höheres/älteres Lebensalter* entsprach „Maturus“ und *höheres Lebensalter* wurde in „Senilis“ eingeteilt. Ein *adultes*, kalendarisches Alter wurde am häufigsten anhand der vorliegenden Knochen/des Zahnstatus ermittelt (n=73) (vgl. Tab. 19 und Abb. 34).

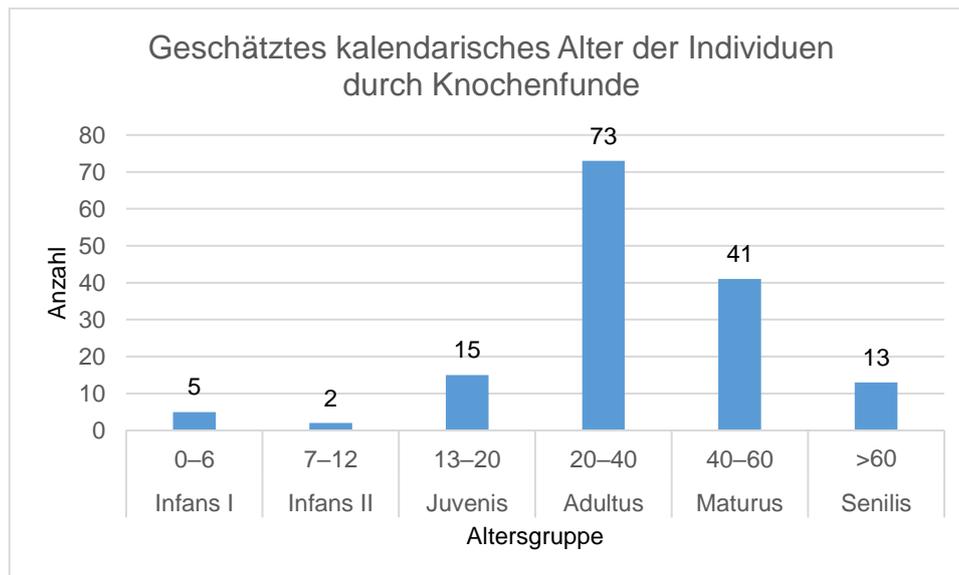


Abb. 34 Geschätztes kalendarisches Alter der Individuen durch Knochenfunde (n=149)

#### 3.1.8 Körperhöhenschätzung

In 20 Fällen fand eine Körperhöhenschätzung statt. Überwiegend wurden keine Angaben bezüglich der Regressionsformel gemacht, in wenigen Fällen gelangte, laut Gutachten, die Regressionsformel nach Rother und Trotter zur Anwendung (vgl. 1.4.3 und 4.2.6). In 15 dieser Fälle wurde die Körperhöhe zwischen 160 cm und 185 cm geschätzt. Die restlichen fünf schwankten zwischen 150 cm und 172 cm. 2012 wurde die letzte Körperhöhe gemessen (zwischen 175–185 cm, männlich).

#### 3.1.9 Liegezeiteinschätzung

Bei der Liegezeiteinschätzung (PMI) von ausschließlich menschlichen Knochen wird in dieser Arbeit grob in historisch und rezent unterteilt. Die Einteilung erfolgt anhand der Daten der Gutachten. Historische Funde sind in dieser Dissertation klassifiziert als mit über 50 Jahre Liegezeit und auch die Angabe *mehrere*

### 3 Ergebnisse

---

*Jahrzehnte* sowie *längere Liegezeit* lässt eher historische Knochen vermuten, da sich der Untersucher nicht festlegen konnte. *Recens*, übersetzt aus dem Lateinischen, bedeutet *soeben, kürzlich, frisch*. Rezente Funde weisen somit eine kurze Liegezeit auf und sind im Rahmen dieser Arbeit durch die Angaben *einige Tage, wenige Monate/Jahre, mehrere Jahre* und *bis zwei Jahre* in der Abb. 35 als rezent eingeteilt (n=150). Überdies wurden in Gutachten gemachte Angaben wie *<10 Jahre, <20 Jahre,...* belassen und in der Abb. 36 aufgeführt und nicht in rezent oder historisch eingeteilt (n=70). Insgesamt wurde in 220 Fällen das postmortale Intervall eingeschätzt, wobei in drei Fällen explizit der Erhaltungszustand der Knochen zu schlecht war.

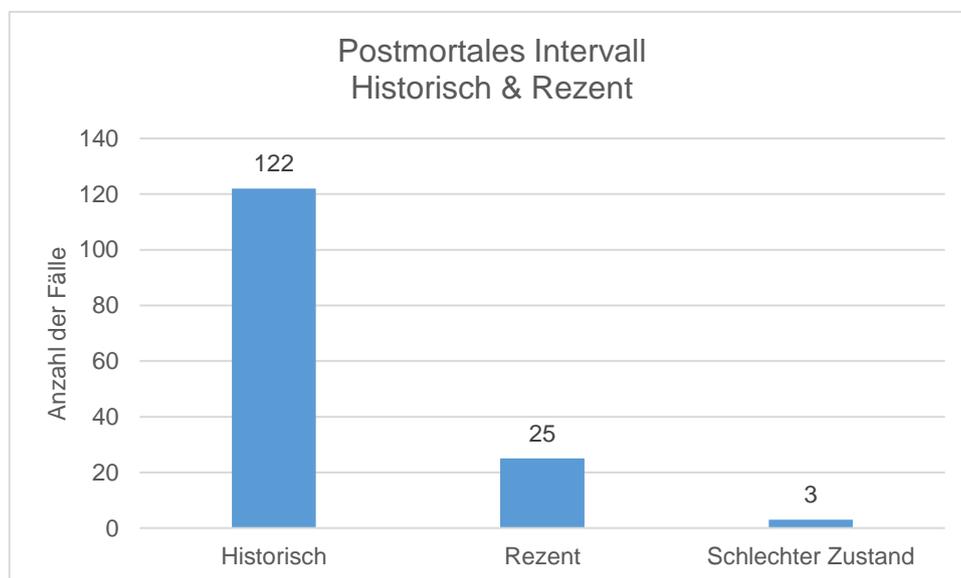


Abb. 35 PMI, historisch und rezent (n=150) von 220 menschlichen Knochen

### 3 Ergebnisse

---

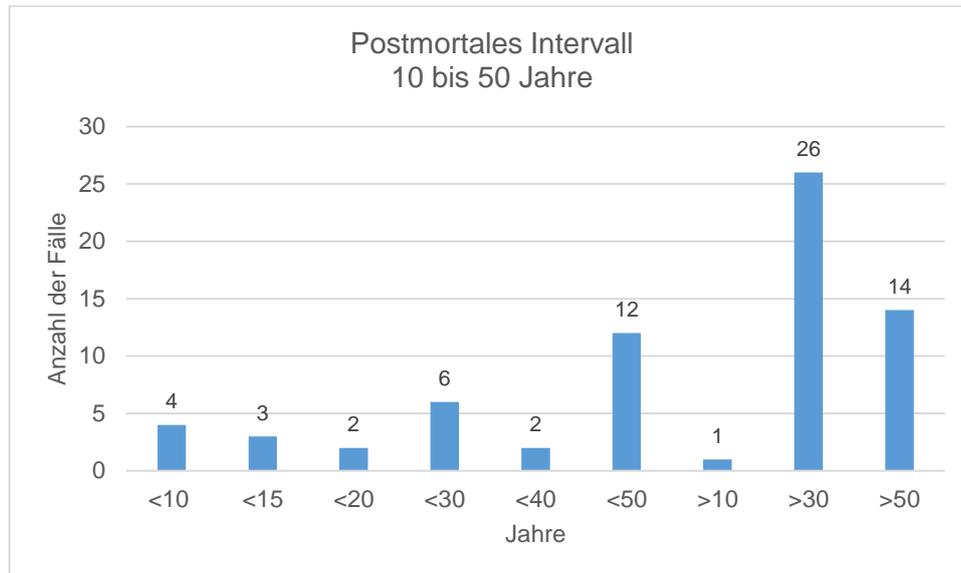


Abb. 36 PMI, 10-50 Jahre (n=70) von 220 menschlichen Knochen

In Abb. 35 ist ersichtlich, dass deutlich mehr Knochen als historisch eingestuft wurden als in rezent. Bei der Angabe der Jahre (vgl. Abb. 36) sind n=56 als bis zu 50 Jahren eingeteilt sowie n=14 als über 50 Jahre.

#### 3.1.10 Feststellung individueller identifizierender Merkmale

In wenigen Fällen wurde in den Gutachten explizit auf besondere Merkmale der einzelnen Knochen hingewiesen. Es wurden alte, verheilte Frakturen, evtl. durch Rachitis bei einem Oberschenkelknochen oder eine Pfeifenlücke in einem Gebiss, in den Gutachten vermerkt und oftmals erfolgte der Hinweis, dass durch eine Röntgenvergleichsuntersuchung des Gebisses bei Bedarf individuelle Befunde feststellbar sein können. In 16 Fällen wurde ein differenzierter Zahnstatus dokumentiert, teils mittels Röntgen, teils lag lediglich die Angabe „Zahnbefund“ vor. Es wurden einmal die Liegezeit und einmal das Alter aus dem Zahnstatus geschätzt. In einem Fall konnte eine mögliche Identifikation mittels Abgleich des Zahnstatus ausgeschlossen werden.

## **3 Ergebnisse**

---

### **3.1.11 Durch die Staatsanwaltschaft angeordnete weitere Untersuchungen**

In 12 Fällen fanden durch die Staatsanwaltschaft angeordnete Untersuchungen mittels Radiokarbondatierung erfolgreich statt. In einem Fall stammten die Knochen aus einem Grab (vgl. 4.4.6), in zwei weiteren Fällen handelte es sich evtl. um alte Grabstellen. Die weiteren Knochen wurden in der Nähe eines Friedhofes gefunden. Da eine erfolgreiche Radiokarbondatierung erst ab einer Liegezeit von 100 Jahren infrage kommt, wurden bei diesen 12 Fällen historische Knochen datiert. In lediglich zwei Fällen wurde eine Isotopenanalyse erfolgreich durchgeführt und ergab zur Radiokarbonuntersuchung passende Resultate (vgl. 1.3.4 und 1.4.4 und 4.4.6).

### **3.1.12 Zusätzliche Untersuchungen**

In sieben Fällen fand eine DNA-Analyse statt (vgl. 1.4.7). Bei vielen weiteren Fällen wurde eine DNA-Analyse empfohlen oder in Auftrag gegeben, jedoch ist das weitere Procedere aus den Akten nicht ersichtlich. Bei drei Fällen ist die Identifikation durch einen DNA Abgleich erfolgreich gelungen. Bei einem Fall sind als Vergleichsmaterialien Zahnbürste, Kamm und Milchzähne benutzt sowie mit der DNA der Mutter abgeglichen worden. Bei dem nächsten Fall konnte die beiliegende EC-Karte einen Hinweis auf die Identität geben und so gelang der DNA Abgleich mit dem Vater des Opfers. Auch konnte in einem Fall ein Fund von 1993 mit einem erneuten Fund von 2004 molekularbiologisch verglichen und bestätigt werden.

Eine computertomografische Untersuchung ist in vier Fällen vorgenommen worden (vgl. 4.4.7). Einer der Fälle ergab eine fragmentierte Flosse eines Seehundes, der nächste einen fragmentierten Tierknochen und letztlich entpuppte sich in einem anderen Fall aus 2014 der Knochen mittels CT- Untersuchung als Holzkohlenstück.

### **3.1.13 Anzeichen von prä-, peri- oder postmortalen Verletzungen**

In einigen Fällen ließen sich prämortale Verletzungen z.B. in Form von alten, teilweise verheilten oder auch operierten Knochenbrüchen feststellen.

### 3 Ergebnisse

---

Perimortale Veränderungen wurden eher selten beschrieben, wie beispielsweise in einem Gutachten aus 2014: *„Die Bruchkante im oberen Drittel des Schaftes ist scharfkantig und spiralförmig gedreht. Dies deutet darauf hin, dass der Bruch des Knochens um den Todeszeitpunkt herum (perimortal) entstanden sein kann.“* Postmortale Verletzungen sind in den meisten Fällen durch Tierfraß oder Bergungsartefakte begründet.

#### 3.1.14 Todesursache

Die Todesursache war anhand einzelner Knochen in den Gutachten nicht vermerkt. In allen Fällen (außer einem) von menschlichen Knochenfunden in dieser Dissertation wurde in den Akten bzgl. der Frage nach der Todesursache wie folgt dokumentiert: *„Bezüglich der Todesursache: keine zu Lebzeiten erlittenen Verletzungen gefunden.“*

1985 allerdings beschrieb der Untersuchende:

*„Schlageinwirkungen mit kantigen eckigen Schlaginstrument- Tötung durch fremde Hand; nicht identifiziert.“*

#### 3.2 Was wurde tatsächlich gefunden?

In den meisten Fällen wurden Knochen gefunden. Da in dieser Arbeit differenziert werden musste, wurden nur Knochenfunde mit möglichst wenigen bzw. gar keinen Weichteilgewebeanhaftungen ausgewertet. Statt eines Knochens wurde in einem Fall Holzkohle gefunden, in zwei weiteren Fällen Kunststoff und einmal ein Styropor-Skelett (vgl. 4.4.7).

Als Beifunde wurden Textilien und Schuhe, Steine, Tonscherben, Metallteile und Holzstücke gefunden. Aber auch Waffen, Munition, Hufeisen, Filmrollen, Kunststoffblumen, Metallgriffe, Plastiktüten, Sargnägel, Zeitung, Bierflaschen und verrostetes Werkzeug wurden in direkter Nähe zum Knochenfund entdeckt.

## 3 Ergebnisse

---

### 3.2.1 Wie gelangt der Knochenfund in das Institut für Rechtsmedizin?

Eine Knochenfundmeldung erfolgt meist telefonisch von dem Finder an das zuständige Polizeikommissariat. Dieses kontaktiert das LKA, Mordkommission, die bestimmt, ob die Fundstücke in das Institut für Rechtsmedizin verbracht werden sollen. Die Fundstücke gelangen per Einsatzwagen der Polizei oder per Kurier zum Institut für Rechtsmedizin Hamburg oder, falls es sich um größere Funde wie beispielsweise ein Skelett handelt, per Leichenwagen zum Institut für Rechtsmedizin Hamburg.

Auch kleine Funde können zum Beispiel nicht per Deutsche Post AG versendet werden, da diese einen solchen Versand in ihren Geschäftsbedingungen ablehnt:

„Allgemeine Geschäftsbedingungen der Deutschen Post AG:

*2 Vertragsverhältnis – Begründung und Ausschlüsse*

*(2) Von der Beförderung sind ausgeschlossen:*

*2. Sendungen, durch deren Inhalt oder äußere Beschaffenheit Personen verletzt, infiziert oder Sachschäden verursacht werden können;*

*3. Sendungen, die lebende Tiere oder sterbliche Überreste von Menschen beinhalten; [...]" (Deutsche Post DHL Group 2014).*

Achtmal wurde ein Rechtsmediziner oder ein forensischer Anthropologe zum Fundort gerufen. Je zweimal wurden menschliche und tierische Knochen untersucht und je zweimal beide Spezies zusammen in je einem Fund.

Es wurden Skelette gefunden, die sich mit Radiokarbondatierung als historisch bestätigten, außerdem zwei Skelette in einer Grabstätte, die bei der aktuellen Bestattung zur Verwirrung bei den Ausgrabenden führten. Überdies konnte ein weiteres Skelett erfolgreich identifiziert werden. Die EC-Karte des Verstorbenen ließ einen Familienangehörigen ausfindig machen, mit dessen DNA verglichen werden konnte.

## **3 Ergebnisse**

---

### **3.2.2 Historische Hintergründe des Fundorts**

In 68 Fällen wurden die Knochen auf oder in direkter Nähe eines ehemaligen Friedhofs gefunden. In elf weiteren Fällen stammte der Knochenfund vermutlich aus einem Aushub eines Friedhofs, da sich teilweise zusätzlich ältere Grabsteine in der Erde befanden. Je einmal wurden Knochen auf einem alten Abfalllager und auf einem alten Kriegsschauplatz gefunden. Einmal wurden Knochen auf einem Abfallplatz gefunden, die angeblich aus einem Inka-Grab stammten (vgl. 4.4.6).

### **3.2.3 Vermisste Personen im Umfeld**

Aus beiliegenden Polizeiberichten wurden in 16 Fällen vermisste Personen im Umfeld angegeben. Von diesen 16 vermissten Personen wurden fünf anhand von Röntgenuntersuchungen, DNA-Abgleichen oder auch durch Superimposition (vgl. 1.5.2 und 4.4.2) erfolgreich identifiziert.

### 4 Diskussion

#### 4.1 Methodenkritik

Im Institut für Rechtsmedizin in Hamburg werden sämtliche Gutachten seit 1995 eingescannt und sind dementsprechend geschützt im eigenen Intranet aufrufbar. Akten vor dem Jahr 1995 sind archivarisch aufbewahrt. Um die gewünschten Knochenfundgutachten einzusehen, wurde sowohl das Archiv speziell für die 35 Jahre als auch das Intranet untersucht. Nur Daten und Kasuistiken, die in den Gutachten beschrieben wurden, wurden erfasst. Häufig waren keine Rückmeldungen bzgl. weiterer Untersuchungsergebnisse oder Procedere bspw. für DNA-Analysen oder Radiokarbondatierung ersichtlich, da solche Ergebnisse meist direkt zum Auftraggeber gesendet werden.

Die jeweiligen Funde an sich sind lediglich als ein Fund bewertet worden. Während einige Funde tatsächlich nur einen bis wenige Knochen(-fragmente) beinhalteten, ergaben manche Funde mehrere Knochen und somit beispielsweise, falls es bestimmt wurde, auch mehrere Geschlechter und somit mehrere Individuen. Da in den 35 Jahren mehrere Personen diese Gutachten erstellt haben, gibt es nicht immer gleiche Informationsstruktur und dementsprechend nicht alle gewünschten Angaben. Die (wenigen) Funde mit mehreren Geschlechtern sind bzgl. des Geschlechts nicht mit ausgewertet worden, da diese nicht gleichmäßig angegeben wurden.

#### 4.2 Korrelation der Klimadaten der Wetterstation Hamburg Fuhlsbüttel mit den Knochenfunden von 1980–2015

Die Temperatur-Mittelwerte der Luft in Hamburg steigen im März mit ca. 5 °C (4,66 °C) langsam an und erreichen im April um die 9 °C (8,73 °C). Äquivalent zu den nach den Wintermonaten steigenden Luft Temperaturen wurden mehr Knochen gefunden, im März insgesamt 38 und im April 50 (vgl. Abb. 37 und Abb. 38).

Möglicherweise sind die ersten Sonnenstrahlen dafür verantwortlich, dass die Menschen nach draußen gehen, sich sportlich betätigen oder im Garten arbeiten.

## 4 Diskussion

Sie sind im Frühjahr eher draußen und aktiv, die Zahl der Funde wächst. Den Sommer verbringen die Menschen im Urlaub, sodass sich die Anzahl der Funde wieder etwas reduziert. Im Herbst werden die letzten Arbeiten draußen verrichtet, die Anzahl steigt erneut leicht an.

Einen weiteren möglichen Erklärungsansatz dafür, dass vermehrt Knochen im April bzw. nach der Winterzeit an die Oberfläche gelangen und von Passanten gefunden werden, bietet das Phänomen des *Frosthebs*. Dieser beschreibt eine vertikale Verlagerung von Teilchen in einem Boden durch Volumenausdehnung von Wasser beim Gefrieren. Bei Frost bildet sich durch vorhandenes Wasser Eis unter den Teilchen im Boden, welches sich folglich ausbreitet. Im März bzw. April, wenn der Frost nachlässt und das Eis schmilzt, füllt sich die gewonnene Lücke mit umliegendem Bodenmaterial und drückt somit das Teilchen vertikal nach oben (Leipner o.J.).

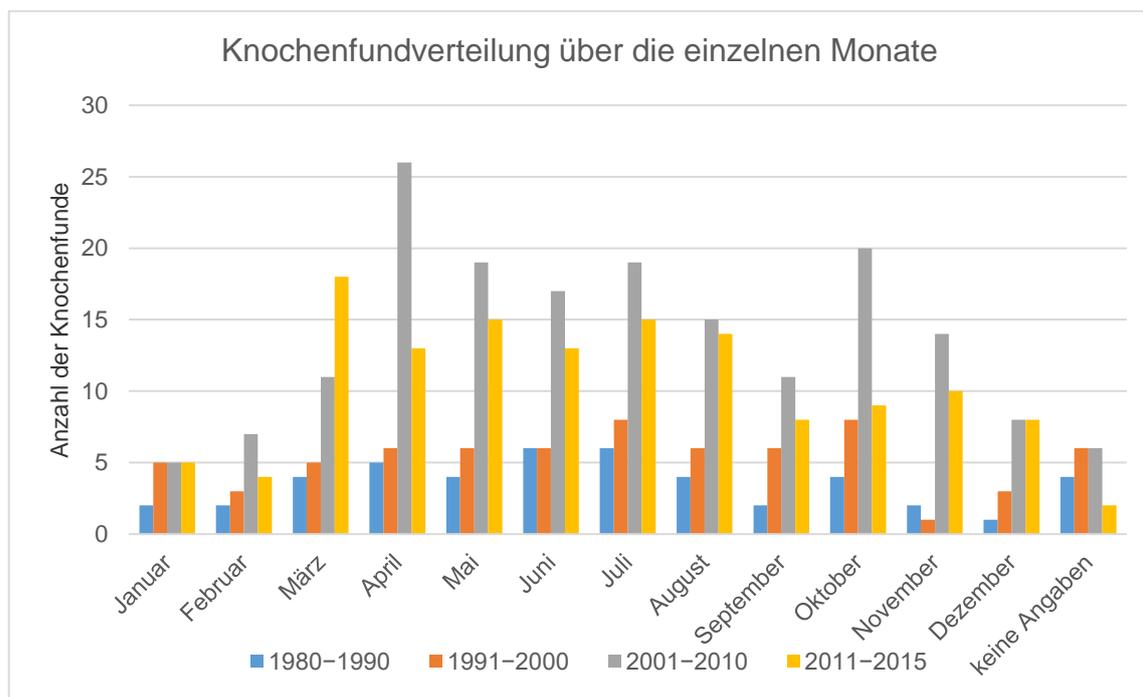


Abb. 37 Knochenfundverteilung über die einzelnen Monate von 1980–2015 (n=427)

## 4 Diskussion

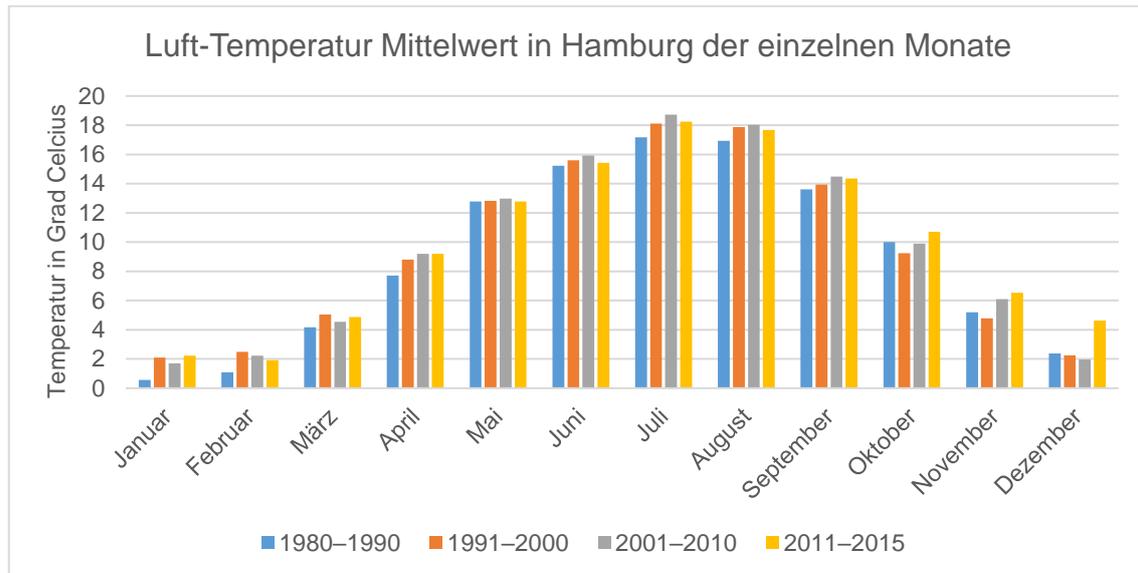


Abb. 38 Mittelwerte der Luft-Temperaturen der einzelnen Monate von 1980–2015, gemessen in Hamburg Fuhlsbüttel (Deutscher Wetterdienst 2017)

### 4.2.1 Fundort

In einem Zeitalter des stetigen Wachstums wird gerade in Großstädten jeder Platz benötigt, um weitere Immobilien zu errichten. Aus diesem Grund existieren mehr Baustellen in allen gesellschaftlichen Bereichen. Die meisten Knochen wurden dementsprechend insgesamt bei Bau-/Erdarbeiten gefunden (n=145). Im Hinblick auf Bodenfrost werden Bauarbeiten, zumindest im Bereich des Erdbodens, während der Wintermonate zum größten Teil eingestellt und im Frühjahr begonnen oder fortgeführt, sofern die Wetterlage es nicht anders zulässt (García 2016).

129 von 145 Bauarbeiten wurden draußen im Freien verrichtet (vgl. Tab. 20). Diese Arbeiten wurden in den osteologischen Gutachten als Ausgrabung, Aushebung, Ausschachtung, Baggerarbeiten, Baustelle, Bauarbeiten, Tiefbauarbeiten, Erdarbeiten, Straßenbauarbeiten, Verlegearbeiten, Bergungsarbeiten, Grabungsarbeiten betitelt.

## 4 Diskussion

---

Tab. 20 Lokalisation der Bauarbeiten

<b>Bauarbeiten</b>	<b>Anzahl</b>	<b>%</b>
Arbeiten draußen	129	89%
Arbeiten Innenraum	9	6%
Mutterboden	2	1%
Aushub vom Friedhof	2	1%
Bauschutt, Erdaushub	3	2%
Total	145	100%

In zwei Fällen wurden Knochen direkt im Mutterboden gefunden, bei weiteren zwei Fällen wusste man, dass der Aushub von einem, möglicherweise alten, Friedhof stammen könnte. In drei Fällen wurden Knochen im Bauschutt oder direkt im Erdaushub gefunden. Da in 129 Fällen nichts Genaueres als das bereits oben Genannte beschrieben wurde, ist es möglich, dass auch bei diesen Funden die Knochen aus Erdaushub stammen.

Wenige Knochenfunde wurden während Baumaßnahmen in einem Innenraum gefunden (n=9), meist jedoch wurde der „Keller“ als Fundort bezeichnet, in dem Bauarbeiten oder Ausschachtarbeiten stattfanden.

Knochenfunde aus Baustellen werden – in allen Bundesländern – an zuständige Stellen gemeldet. In Hamburg ist es das Archäologische Museum bzw. die Bodendenkmalpflege. Häufig sind Knochenfunde in Baustellen vergesellschaftet mit anderen archäologischen Überresten, die vor der Zerstörung durch ein Baufahrzeug zu dokumentieren sowie zu bergen sind. Entsprechende gesetzliche Regelungen zur Fundmeldungspflicht sind in den Denkmalschutzgesetzen der Länder verankert, so auch in Hamburg (Landesregierung der Freien und Hansestadt Hamburg 2007).

Im besten Fall sollten menschliche Knochen durch die Polizei in das Institut für Rechtsmedizin Hamburg verbracht und auch die Bodendenkmalpflege benachrichtigt werden, um eine Überprüfung der Befundlage zu ermöglichen. Gegebenenfalls kann dann eine fachgerechte Ausgrabung stattfinden.

Die Kostentragungspflicht ist ebenfalls gesetzlich festgeschrieben und gestaltet sich nach dem Verursacherprinzip. Dieses besagt, dass die Investoren von Großbaustellen die Kosten, beispielsweise einer archäologischen Grabung, tragen müssen. Eine solche Ausgrabung erfolgt in der Regel vor Baubeginn (Först 2016).

## 4 Diskussion

---

Die Dunkelziffer bei Knochenfunden während einer in Betrieb stehenden Baustelle scheint hoch zu sein. Funde werden nicht immer ordnungsgemäß gemeldet, da dies zu einem Baustopp führen würde und die anlaufenden Kosten dafür und für die Dienste der Archäologen vom Eigentümer der Baustelle übernommen werden müssten. Knochenfunde in angelieferter Muttererde könnten dadurch erklärt werden.

Bei Gartenarbeiten können durch eigene Umgrabungsarbeiten oder auch durch das Prinzip des Frosthubs Knochen an die Oberfläche gelangen und gefunden werden. Insgesamt sind 46 Knochenfunde bei Gartenarbeiten dokumentiert worden.

Im Rahmen von Bauarbeiten sind über die untersuchten Jahrzehnte hinweg am meisten Knochen gefunden worden. Auch im Wald oder auf Waldwegen, am Elbufer, -wasser oder -strand, auf Helgoland, auf Friedhöfen, im Watt oder auf Wiesen und Äckern konnten in jedem Jahrzehnt immer wieder Funde nachgewiesen werden. Die Funde bei Gartenarbeiten waren erst ab 2001 stetig ansteigend.

### 4.2.2 Finder

Analog zu den häufigsten Fundorten sind die meisten Knochen von Bauarbeitern gefunden worden (n=125). Da in 47 Fällen keine Angaben erfolgten, ist zu vermuten, dass noch weitere Bauarbeiter Finder waren. Passanten oder Spaziergänger stellten mit n=98 die zweithäufigsten Finder dar. Durch Passanten und Kinder/Schüler (n=40) konnten die Knochen an den verschiedensten Stellen gefunden werden: auf der Straße, im Wald/Waldweg, im Moor, im Watt, im Acker, im Elbwasser oder -ufer, auf Land- und Feldwegen, in Gebüsch und in der Alster, in einem Bus und auf Spielplätzen. Mitarbeiter/Angestellte (n=50) stießen bei öffentlichen Gartenarbeiten oder in Gewässern (Teich, Kanal, Fluss) auf Fundstücke, aber auch auf Firmengeländen, Friedhöfen, Abfallplätzen, an Bahngleisen, im Niendorfer Gehege, in einem Fundbüro oder beispielsweise im Hamburg Dungeon. Anwohner (n=38) haben in den meisten Fällen bei Gartenarbeiten oder auch bei eigenen Baumaßnahmen Knochen gefunden, aber auch in einem Grill auf dem Balkon, unter einem solchen oder beim Umzug waren

## 4 Diskussion

---

Anwohner beim Fund beteiligt. Entgegen der evtl. allgemeinen Vorstellung, wurde in den Gutachten nur von drei Pilzsammlern berichtet, die Knochen gefunden haben. Auch haben in lediglich drei Fällen Angler Knochen aus dem Wasser gefischt.

Auffallend, dass in allen untersuchten Jahrzehnten die gängigen Finder Bauarbeiter, Passanten, Mitarbeiter und Kinder sind. Erst ab dem Jahr 2001 wurden Anwohner und andere Finder explizit erwähnt.

### 4.2.3 Spezies: Mensch oder Tierknochen?

In den 80ern wurde mehr menschlichen (n=41) als tierischen (n=5) Knochen Aufmerksamkeit geschenkt. Auch in den 90er-Jahren steigerten sich die Zahlen im Vergleich zu dem vorigen Jahrzehnt unwesentlich. Ab 2001 bis 2010 allerdings stiegen die Zahlen in Bezug auf menschliche (n=90) und tierische (n=97) Knochen.

In den folgenden fünf Jahren von 2011 bis 2015 wurden tendenziell weiterhin mehr Knochen gefunden (menschlich n=62, tierisch n=84).

Von den 145 Knochen, die in und um Baustellen gefunden wurden, waren 89 Knochenfunde menschlicher sowie 72 Knochen tierischer Herkunft. In 17 Fällen wurden beide gleichzeitig gefunden (vgl. Tab. 21). Es ist davon auszugehen, dass schwere Gerätschaften, die tiefer graben und größere Mengen aus- und umgraben können, durchaus häufiger auf Knochen stoßen, als wenn, wie bei Gartenarbeit, nur wenige Zentimeter tief gegraben wird.

Tab. 21 Menschliche oder tierische Knochen in und um Baustellen

	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Total
<b>Knochen in und um Baustellen</b>	<b>1980– 1990</b>	<b>1991– 2000</b>	<b>2001– 2010</b>	<b>2011– 2015</b>	
Menschliche Knochen	10	18	37	24	89
Tierische Knochen	3	8	32	29	72
Menschliche und tierische Knochen gleichzeitig	0	1	9	7	17
Keine Angaben	1	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>27</b>	<b>78</b>	<b>60</b>	<b>179</b>

## 4 Diskussion

---

Von den 46 Knochen, die bei Gartenarbeiten gefunden wurden, handelte es sich bei 22 um menschliche und bei 26 um tierische Knochen. In drei Fällen kamen sowohl menschliche als auch tierische Knochen in einem Fund vor und bei einem wurden explizit keine Angaben gemacht (vgl. Tab. 22 und 3.1.3)

In den meisten Fällen gelten die gefundenen tierischen Überreste als Schlachtabfall. Erkennbar ist dies, zum Beispiel, an teilweise scharfen Durchtrennungen, die typisch für Schlachtabfall sind. Auch glatte Sägeflächen und z.T. Sägespuren können sich auf solchen Knochen finden. *„An allen Knochen finden sich für Schlachtungen typische Spuren scharfer Durchtrennung. An diversen Knochen haften Weichgewebsreste an“* (aus diversen Gutachten).

Tab. 22 Menschliche oder tierische Knochen bei Gartenarbeiten

	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Total
Knochen bei Gartenarbeiten	1980– 1990	1991– 2000	2001– 2010	2011– 2015	
Menschliche Knochen	1	4	9	8	22
Tierische Knochen	0	1	13	12	26
Menschliche und tierische Knochen gleichzeitig	0	0	2	1	3
Keine Angaben	0	0	0	1	1
Total	1	5	23	22	52

### 4.2.4 Geschlecht

Das Geschlecht ist durch gefundene, geschlechtsmerkmaltypische Knochen wie Schädel und Becken am sichersten feststellbar.

*„Aufgrund der noch vorhandenen geschlechtstypischen Merkmale im Stirn- und Hinterhauptsbereichs handelt es sich am ehesten um einen männlichen Schädel“* (Zitat aus einem Gutachten).

*„Es handelt sich um einen menschlichen, linken Beckenknochen. Aufgrund der Knochenform könnte es sich am ehesten um einen weiblichen Beckenknochen handeln“* (Zitat aus einem Gutachten).

In vielen Fällen aber muss die morphognostische Geschlechtsbestimmung anhand von wenigen und zum größten Teil stark fragmentierten Skelettelementen stattfinden.

## 4 Diskussion

---

„Untersucht wurden insgesamt 10 Knochen, die sich in einer Plastiktüte befinden. Alle Knochen sind fragmentiert, von dunkelbrauner Farbe und feucht. Es haftet an allen Knochenfragmenten Strandsand an. Das Geschlecht kann morphologisch nicht bestimmt werden. Hier kann die anstehende molekulargenetische Untersuchung ein Ergebnis liefern“ (Zitat aus einem Gutachten).

Die Gutachten waren innerhalb der 35 betrachteten Jahre nicht einheitlich. So wurden in Funden mit mehreren Individuen nicht immer alle Geschlechter bestimmt oder die genaue Anzahl genannt. Deshalb wurden in dieser Arbeit, bzgl. des Geschlechts, ausschließlich jene Funde bearbeitet, die keine Mehrfachnennungen bzgl. der Individuen haben.

So konnten 87 männliche und 37 weibliche Knochen innerhalb der vergangenen 35 Jahre in und um Hamburg bestimmt werden.

Zur Geschlechtsbestimmung bei noch nicht ausgewachsenen Individuen (hier vor allem Kinder vor dem Eintritt in die Pubertät) bestehen in der Literatur verschiedenste Ansätze der Beurteilung. So führte beispielsweise Schutkowski (1993) anhand von 56 Skeletten, die im *Natural History Museum in London, UK* aufbewahrt werden, eine Studie zur Geschlechtsbestimmung bei kindlichen Skeletten zwischen 0 und 5 Jahren durch. Die Daten der Skelette waren bereits bekannt und konnten folglich mittels eigener Methoden überprüft werden. Besonders hebt er hervor, dass es möglich sei, anhand von bestimmten Strukturen am Mandibular- und Ileum-Knochen das Geschlecht bestimmen zu können. Der Unterkiefer von Jungen sei prominenter mit breitem Winkel und habe raue Stellen. Unterkiefer der Mädchen seien schmaler mit einem kleineren Winkel und haben eine eher glatte Oberfläche. Die *Incisura ischiadica major* des Darmbeinknochens habe bei Mädchen einen Winkel über 90° und sei flacher, während diese bei Jungs schmaler und tiefer sei und einen Winkel unter 90° aufweise.

Suazo et al. (2009) führten eine weitere Studie anhand von 32 Unterkieferknochen von nichterwachsenen Individuen im Alter von 0–1 Jahr aus dem *Skull Museum of the Universidade Federal de Sao Paulo* durch. Auch bei diesen waren alle Daten bereits bekannt. 12 Längenmaße wurden ausgemessen und analysiert und „no precise dimorphism could be verified concerning mandible size in the analyzed sample“ (Suazo et al. 2009, S. 114).

## 4 Diskussion

---

Scheuer & Black (2000) legten dar, dass es bislang noch nicht möglich sei, Knochen bis zur Jugend geschlechtstypisch morphognostisch zu differieren.

*„Although there are undoubtedly skeletal morphological differences between the sexes from the intra-uterine stage onwards, it appears that they do not reach a sufficiently high level for reliable determination of sex until after the pubertal modifications take place“* (Scheuer & Black 2000, S. 15).

Im Institut für Rechtsmedizin in Hamburg erfolgt bei nichterwachsenen Individuen in der Regel keine morphognostische Geschlechtsbestimmung, da geschlechtstypische Merkmale bei Kleinkindern noch nicht entwickelt sind.

*„Da es sich um einen kindlichen Schädel handelt, können makroskopisch keine geschlechtstypischen Merkmale bestimmt werden. Es wird auf das Ergebnis der DNA-Analyse verwiesen“* (Zitat aus einem Gutachten).

### 4.2.5 Geschätztes kalendarisches Alter

Aufgrund des Erhaltungszustands der Knochen und der Tatsache, dass meist fragmentierte Knochen im Institut für Rechtsmedizin in Hamburg zur Untersuchung gelangen, ist es nicht immer möglich, das individuelle Alter an solchen kleinen Knochenfragmenten zu bestimmen. Außerdem sind degenerative Veränderungen stark abhängig von den einzelnen Individuen und variieren mit den individuellen Gegebenheiten. Neben dem Verknöcherungsgrad der Wachstumsfugen sowie degenerativen Veränderungen von Knochen können Zähne Anhaltspunkte über das kalendarische Alter geben.

*„Für die Altersbestimmung liegen zwei Merkmale vor. Zum einen die offenen Schädelnähte und zum anderen der Entwicklungszustand der noch vorhandenen Zähne im Oberkiefer. Die offenen Schädelnähte entsprechen denen eines Kindes. Die vorhandenen beiden Mahlzähne im rechten Oberkiefer grenzen das Alter auf etwa 6 Jahre (+/-) ein“* (Zitat aus einem Gutachten).

Eine Auflistung dentaler Methoden bietet z.B. die Inauguraldissertation von Ramsthaler (2012).

*„Die Zahnaltersdiagnostik basiert in aller Regel auf dem Prinzip einer morphologischen oder metrischen Bewertung altersabhängiger Veränderungen*

## 4 Diskussion

---

von *Zahngröße, Zahnform, Mineralisationsgrad und Zahndegeneration*“ (Ramsthaler 2012, S. 21).

Das kalendarische Alter der Individuen konnte in 149 Fällen geschätzt werden. Meist wurde es zwischen 20 und 40 Jahren eingeordnet und lag so, laut Knußmann (1980), bei *Adultus* (n=73). Folgend, mit (n=41), ergab es ein *mittleres bis höheres/älteres Lebensalter*, welches nach Knußmann *Maturus* (40–60 Jahre) entspricht.

„Die geschlechtstypischen Merkmale an Schädel und Becken lassen auf ein männliches Individuum schließen. Das Lebensalter wird aufgrund der dokumentierten degenerativen Veränderungen der Gelenke und der Wirbelsäule sowie aufgrund des Zahnstatus auf *matur* (40 – 60 Jahre) eingeschätzt“ (Zitat aus einem Gutachten).

### 4.2.6 Körperhöhenschätzung

Bei der Körperhöhe eines Menschen handelt es sich um statische Maße, die sich aus Körper- und Skelettmerkmalen ergeben. Bereits um das Jahr 1490 illustrierte Leonardo da Vinci mit Feder und Tinte Vitruvius Theorie des *wohlgeformten Menschen*. Mit seiner berühmten Zeichnung des Vitruvianischen Menschen stellte da Vinci den Körperbau und Maße dar (Horchlacher 2013).

Bekanntermaßen wird die Körperhöhe einer Person nicht anthropometrisch gemessen, sondern mit einem Zentimetermaß abgelesen und beispielsweise im Personalausweis dokumentiert. Diese stimmt nicht immer mit der eigentlichen, anthropometrischen Körperhöhenmessung überein, wird allerdings so übernommen.

2005 wurde die Norm DIN 33402 – Körpermaße des Menschen (Deutsches Institut für Normung) – aus dem Jahr 1986 unter anderem aktualisiert, weil die Körperhöhe besonders in Industrienationen durch die säkulare Akzeleration zugenommen hat (Cakir & Cakir 2006). Im Rahmen des Projekts der Deutschen Reihenmessung *SizeGERMANY* fanden von Juli 2007 bis Oktober 2008 an 31 Messtandorten in ganz Deutschland Messungen an 13.362 Menschen zwischen 6 und 87 Jahren statt, um diverse Körpermaße für die Bekleidungsindustrie oder für die technische Ergonomie zu sammeln. Dazu wurde ein 3D-Scanner genutzt.

## 4 Diskussion

Die Körperhöhe der Herren hat im Vergleich zur letzten Messung 1980 durchschnittlich um 3,2 cm zugenommen (Gortan 2009) (vgl. Abb. 39).

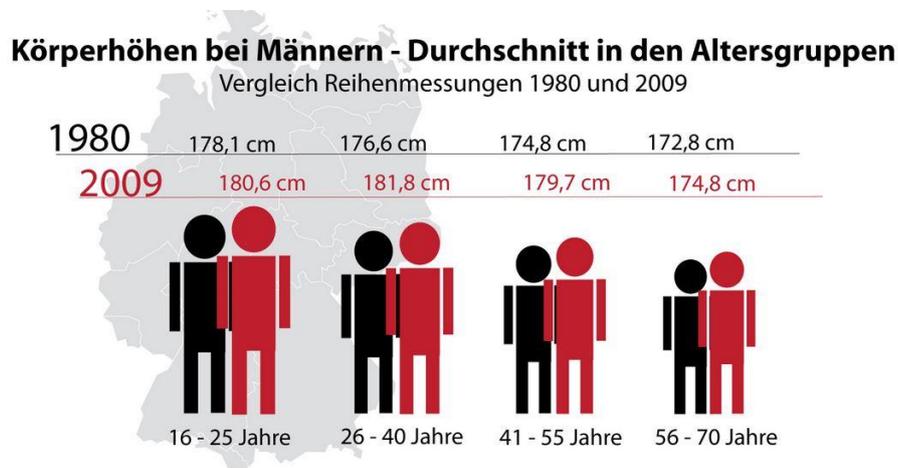


Abb. 39 Körperhöhe bei Männern – Vergleich 1980 und 2009 (Gortan 2009)

Frauen haben, im Vergleich zur letzten Messung im Jahr 1994, durchschnittlich um ca. 1 cm an Körperhöhe zugenommen (vgl. Abb. 40).

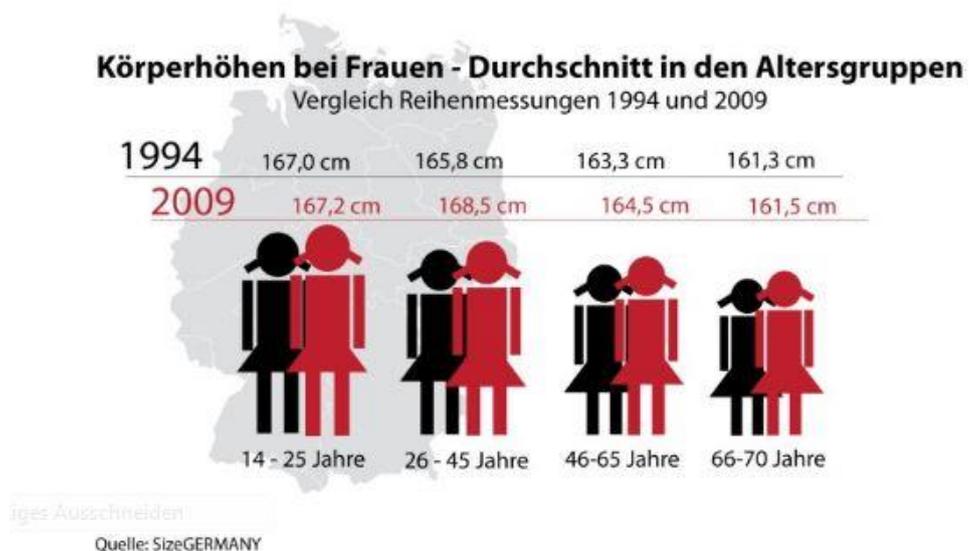


Abb. 40 Körperhöhe bei Frauen – Vergleich 1994 und 2009 (Gortan 2009)

## 4 Diskussion

---

Cakir & Cakir (2006) begründen die Körperhöhenveränderung folgendermaßen:  
*„Die europäische Population unterscheidet sich von der deutschen Population von vor mehr als drei Jahrzehnten in dreierlei Hinsicht:*

- *Es sind neue Populationen aus nordischen Ländern hinzu gekommen, deren Körperhöhe größer ist.*
- *Es sind neue Populationen aus südlichen Ländern hinzu gekommen, deren Körperhöhe kleiner ist.*
- *In den Industrieländern hat es einen Wachstumsschub gegeben, so dass es mehr größere Menschen gibt als früher“*

(Cakir & Cakir 2006, S. 21).

Die Körperhöhe bei einem Knochenfund wird heute in Hamburg am Institut für Rechtsmedizin gemessen, wenn es sich um einen rezenten, menschlichen Röhrenknochen handelt und dieser Knochen eine solche Messung ermöglicht. Aus einzelnen kleinen Knochenfragmenten ist eine solche Berechnung nicht oder sehr schwierig möglich. Eine In-situ-Körperhöhenmessung bietet sich bei annähernd vollständigen Skeletten an.

*„Eine Körperhöhe kann nur anhand der Schädelmaße nicht eingeschätzt werden. Hierfür relevante Skelettelemente, wie z.B. Oberarm-, oder Oberschenkelknochen liegen nicht vor“* (Zitat aus einem Gutachten).

Aus den Gutachten geht hervor, dass in 20 Fällen die Körperhöhe, meist anhand von Langknochen, gemessen wurde und diese in 15 Fällen zwischen 160–185 cm lag. Diese Körperhöhe würde laut Gortan (2009) sowohl Frauen als auch Männern entsprechen (vgl. Abb. 39 und Abb. 40). In fünf weiteren Fällen ergab die Körperhöhe ein geschätztes Maß zwischen 150 und 172 cm. Auch diese Maße könnten beide Geschlechter betreffen und ergeben für sich alleine lediglich einen groben Hinweis. In wenigen Gutachten wurde notiert, dass die Errechnung der Körperhöhe anhand der Regressionsformel von Rother erfolgte.

Nach Rother und auch nach Penning und Riepert (vgl. 1.4.3) wird die Körperhöhe anhand vorhandener Röhrenknochen gemessen. Gemessen werden Femur-, Humerus-, Tibia- oder Radiusknochen.

## 4 Diskussion

---

Am Beispiel eines 42,9 cm langen, weiblichen Tibiaknochens würde die Körperhöhe gemäß Penning und Riepert zwischen 177,201 cm und 185,401 cm liegen:

Regressionsformel:  $G = 2,69 \times \text{Tibiallänge} + 65,9 \text{ cm} (\pm 4,1 \text{ cm})$

$$G = 2,69 \times 42,9 \text{ cm} + 65,9 \text{ cm} (\pm 4,1 \text{ cm})$$

$$G = 181,301 \text{ cm} (\pm 4,1 \text{ cm})$$

$$G = 177,201 \text{ cm} - 185,401 \text{ cm}$$

Zum Vergleich wäre die Körperhöhe desselben Knochens nach Rother gemessen zwischen 157,977 cm und 166,177 cm:

Regressionsformel:  $y = 96,44 + 1,53 \times \text{Tibiallänge} (\pm 4,1 \text{ cm})$

$$Y = 96,44 + 1,53 \times 42,9 (\pm 4,1 \text{ cm})$$

$$Y = 162,077 \text{ cm} (\pm 4,1 \text{ cm})$$

$$Y = 157,977 \text{ cm} - 166,177 \text{ cm}$$

Schmidt et al. (2007) verglichen unterschiedliche Regressionsformeln und Methoden der Körperhöhenschätzung an zur Verfügung stehenden prähistorischen Skeletten. Sie berichteten unter anderem, dass die gemessene Körperhöhe anhand der Regressionsformel von Rother für die Tibia „zu einer *Unterschätzung der Körperhöhe bei beiden Geschlechtern*“ führe (Schmidt et al. 2007, S. 55).

Eine mögliche Körperhöhenschätzung erfolgt in der Regel lediglich auf Nachfrage der Polizei. Stellt sich allerdings bei der Untersuchung heraus, dass z.B. die Überreste von einer besonders großen Frau oder einem auffällig kleinem Mann stammen, berechnet der Untersucher die Körperhöhe. Auch bei Teilskelettierten, die mit möglichen vermissten Personen abgeglichen werden, findet eine solche Messung statt.

### 4.2.7 Liegezeiteinschätzung

Häufig ist eine genaue Liegezeiteinschätzung eines Knochens schwer oder unmöglich zu ermitteln. Zu viele mögliche äußere Faktoren können Einfluss auf den Zustand eines Knochens oder Knochenfragments nehmen, als dass eine

## 4 Diskussion

---

genaue Einschätzung möglich wäre. Zudem gibt es bei Knochenfunden selten eine Bestätigung, dass die eigene Einschätzung der Liegezeit stimmt.

*„Konstante Gesetzmäßigkeiten, nach denen sich die Abbauveränderungen von Knochen bei der Lagerung im Erdboden vollziehen, gibt es nämlich nicht“*

(Hunger & Leopold, 1978, S. 49).

Eine Radiokarbondatierung empfiehlt sich stets dann, wenn die Fundsituation nicht eindeutig geklärt ist, und um einen möglichen rezenten Kontext auszuschließen bzw. einen historischen Kontext zu bestätigen. Aufgrund der relativ hohen Kosten wurde eine solche Untersuchung selten in Anspruch genommen.

*„Da die Liegezeit nicht allein anhand des Erhaltungszustandes eines Knochens eingeschätzt werden kann, wird eine Radiokarbondatierung (C<sup>14</sup>-Datierung) empfohlen (ca. 500,-€)“* (Zitat aus einem Gutachten).

Eine mögliche Alternative bei dem Umgang mit einem Knochenfund bieten eine archäologische Ausgrabung mit Dokumentation sowie eine sorgfältige Bergung der Überreste. Diese sollte zur Sicherung aller am Fundort befindlichen Spuren, insbesondere bei fraglichen forensisch relevanten Fällen, regelhaft stattfinden.

Die üblichen Vorgehensweisen bei archäologischen Ausgrabungen sollten auch bei rezenten Fällen zur Anwendung kommen. Historische Kleinstfunde beispielsweise werden mittels Stratigraphie (Schichtengrabung) vorsichtig ausgehoben und sichergestellt. Mit dieser Methode wird präzise Erdschicht um Erdschicht abgetragen und dargestellt. Besonders gefährdete oder zerbrechliche Funde lassen sich en-bloc ausheben, damit diese wohlbehalten in dem zuständigen Institut behutsam freigelegt werden können. Sämtliche Funde und Beifunde werden sorgsam beschriftet und auf einer Planzeichnung notiert (Ring 2017) (vgl. 1.7). Mit dem Befund, der Auffindesituation und den Beifunden ist es möglich, eine Vorstellung der Liegezeit zu erhalten.

*„Der Erhaltungszustand eines Knochens allein lässt keine Rückschlüsse auf eine Liegezeit zu. Aufgrund der Auffindesituation auf dem Gelände eines ehemaligen Friedhofes sowie der Menge an fast vollständig erhaltenen Skeletten, kann davon ausgegangen werden, dass diese Individuen dort irgendwann zwischen 1848 – 1928 bestattet wurden“* (Zitat aus einem Gutachten).

## 4 Diskussion

---

In 220 Fällen wurde das postmortale Intervall (PMI) geschätzt, davon 136 (122 plus  $n=14= >50$  Jahre) (vgl. Abb. 35 und Abb. 36) als historische Knochen, die eine *längere Liegezeit* hatten und somit uninteressant für das LKA, Todesermittlung werden. Als rezente Knochen sind 81 (25 plus  $n=56=<50$  Jahre) bestimmt worden, mit denen eher weitere Untersuchungen zur Überprüfung erfolgten.

### 4.2.8 Feststellung individueller identifizierender Merkmale

Eine Resektion des Oberkiefers und Exartikulation des Unterkiefers werden zur Erhebung des Zahnstatus vorgeschlagen (Lessig et al. 2003) sowie ein postmortales Orthopantomogramm, welches sich mit antemortalen Röntgenbildern vergleichen lässt. Allerdings stellen antemortal archivierte, exakte und vollständige Zahnbefunde nicht die Regel dar. Häufig erfolgte eine unzureichende Dokumentation, eine nicht aktuelle, oder eine, die weiterführend von einem anderen Zahnarzt notiert wurde und somit inkomplett ist.

Der Zahnstatus wird durch einzelne Punkte abgearbeitet und mit weiteren Unterteilungen personalisiert (vgl. Tab. 9 in 1.4.8). Im Punkt Zahninventar wird überprüft, ob ein Zahn vorhanden, intravital oder postmortal ausgefallen oder ob der Kiefer fehlt. Zahnstein und Karies werden mit Stadien 1–4 (bzw. 5) bewertet. Der Abkauungsgrad, (die Abrasion) wird in acht Stadien unterteilt. Besonderheiten, die nicht normgemäß erfasst werden können, werden separat notiert (Harbeck 2014).

In 16 Fällen fanden Zahnbefunde, Zahnstatus, Zahnschema und das odontologische Gutachten Erwähnung.

Durch eine Inspektion des Zahnfachs lässt sich zwischen prä- und postmortalem Zahnausfall unterscheiden (vgl. 1.4.8). Der Zustand eines einzelnen Zahn zeigt individuelle Merkmale des Individuums auf. Ggf. können alle Punkte, die zu einem Zahnstatus gehören, an einem einzelnen Zahn abgearbeitet werden. Zudem ist eine DNA-Analyse für ein molekulargenetisches Gutachten mittels eines einzelnen Zahnes möglich.

Seitdem beispielsweise gesundheitliche Bedenken in Bezug auf die Nutzung von Amalgam als Zahnfüllung bestehen und stattdessen einige Alternativen angeboten

## 4 Diskussion

---

werden, kann ein Gebiss mit außerordentlich viel Amalgam einen Hinweis auf eine nicht rezente Zahnarztbehandlung geben (vgl. 1.4.8). Neue Innovationen in der Zahnmedizin führen zu immer moderneren Methoden der Technik und der Materialien: von Zahnaufhellung zu Implantaten, Knochenaufbau zu Parodontitisbehandlungen und vom digitalen Röntgen zur digitalen Volumentomographie (DVT). Ein solch rezent behandeltes, knöchernes Gebiss ist mit Sicherheit digital prä-mortale erfasst und lässt sich dementsprechend mit einem post-mortalen Orthopantomogramm vergleichen.

Trotz aller Innovationen in der Zahnmedizin lassen sich manche Menschen wenig bis gar nicht behandeln. Dementsprechend existieren bei solchen Menschen keine oder sehr alte zahnmedizinische Daten oder Röntgenbilder zur Röntgenvergleichsanalyse.

*„Ein intaktes Gebiss kann post-mortale zahlreiche spezifische Vergleichspunkte aufweisen; liegen jedoch keine zahnärztlichen Aufzeichnungen vor, so ist ein Vergleich nicht möglich“* (Rötzscher 2000a, S. 145) (vgl. 4.4.2).

Aus dem Zahnreport 2015 der Barmer GEK ging hervor, dass Menschen, die sich in Großstädten wie Hamburg, Bremen und Berlin zahnärztlich behandeln lassen, häufiger eine Krone oder Teilkrone eingesetzt bekommen als eine Füllung. In Thüringen, Mecklenburg-Vorpommern sowie in Sachsen-Anhalt beispielsweise werden deutlich mehr Füllungen als Kronen eingesetzt (Froitzheim 2015).

Diese Vielfältigkeit der regionalen zahnmedizinischen Versorgung sollte bei der Feststellung eines Zahnstatus einer unbekanntenen Leiche Berücksichtigung finden und nutzbringend verwertet werden.

### **4.2.9 Frakturen, prä-, peri- oder post-mortale Verletzungen sowie Todesursache**

Es gilt, vor allem perimortale Verletzungen, die beim Eintritt des Todes durch jegliche Formen von Gewalt entstanden sind, von prä- und post-mortalen Frakturen oder Verletzungen zu unterscheiden (vgl. 1.4.10 und 5.5). Prä-mortale Frakturen oder Verletzungen tragen allerdings zur Klärung der Identität bei.

Vitale Reaktionen wie die Kallusbildung sind als prä-mortale, verheilte Verletzungen bereits makroskopisch zu deuten. Perimortale entstandene

## 4 Diskussion

---

Verletzungen weisen eine eher homogene Färbung auf, wie die restliche Knochenoberfläche. Postmortale Veränderungen eines Knochens durch Bergungsartefakte oder Tierfraß erscheinen hell und die Bruchkanten scharfkantig (vgl. 1.4.10). Bergungsartefakte sowie erosionsbedingte Veränderungen der Bruchkanten durch Substanzverlust sollten, wenn möglich, von Frakturen differenziert werden.

Prämortale Frakturen lassen sich durch eine eindeutig operativ behandelte Versorgung dokumentieren. Häufig wurden Defekte durch die Bergung der Knochen oder Tierfraß begründet.

*„Alle Knochen zeigen neue und ältere postmortale Defekte (Brüche, Abplatzungen, Kratzer u.ä.) die am ehesten bei der aktuellen Bergung durch den Bagger und bei möglichen Sedimentbewegungen in der Vergangenheit entstanden sind“* (Zitat aus einem Gutachten).

Taphonomische Veränderungen (aus dem griechischen *taphos*, Grab; Spuren, die postmortal hinterlassen werden) auf den Knochen wie Pflanzenwuchs, Nagespuren, Insektenspuren, Erdanhaftungen, Vertrocknungen auf dem Knochen helfen, sowohl das postmortale Intervall einzuschätzen als auch Schäden am Knochen zu deuten.

Mit anhaftendem Gewebe oder dem Defekt von Organen ist eine todesursächliche Verletzung am ehesten feststellbar. Anhand eines (einzelnen) Knochens ist es kaum möglich, die sichere Todesursache zu bestimmen (vgl. 3.1.14). Verletzungen, Frakturen und Erkrankungen des Knochens können allerdings Hinweise auf ein mögliches todesursächliches Geschehen geben (Verhoff 2008).

*Es „konnten keine Verletzungen dokumentiert werden, die durch ein Fremdverschulden verursacht worden sind oder als todesursächlich gelten können“* (Zitat aus einem Gutachten).

### 4.3 Arbeitsalltag beim Landeskriminalamt im Rahmen von Identifizierungen

Herr Friedrich arbeitet seit 2004 in Hamburg in der Mordkommission und Todesermittlung im LKA 41. Er beschreibt, dass ein typischer Knochenfund durch Passanten gefunden wird, die die Polizei rufen. Ein örtlicher Streifenwagen wird zum Fundort geschickt, um das Fundstück sowie die Situation zu begutachten.

## 4 Diskussion

---

Das LKA 41 wird kontaktiert, welche über das weitere Geschehen entscheidet. Wenn möglich, wird der Knochen ins Institut für Rechtsmedizin Hamburg verbracht, wo er professionell auf die Fragen der Polizei hin untersucht wird. Deuten die Gesamtumstände, die Fundsituation sowohl als auch der Fund an sich, auf ein Verbrechen hin, werden Mitarbeiter des LKA 41 direkt an den Fundort gerufen und bestellen ggf. auch Rechtsmediziner/forensische Anthropologen dazu. Sofern es sich um menschliche Knochen handelt, die nach erster Einschätzung der äußeren Umstände eine Liegezeit von 100 Jahren nicht überschreiten, entscheidet die Staatsanwaltschaft über das weitere Procedere. Potenziell historische Knochen erweisen sich für polizeiliche Ermittlungen als wenig interessant, da davon ausgegangen wird, dass der Täter nach 100 Jahren nicht mehr lebt.

Ein Knochen wird nicht immer als Knochen identifiziert oder aber der Finder nimmt ihn an sich. Deshalb ist davon auszugehen, dass nicht jeder Knochenfund gemeldet wird. Es ist unmöglich, die Dunkelziffer der nicht gemeldeten Knochenfunde einzuschätzen.

Laut Auskunft des LKA wurden im Jahr 2013 zwölf Knochenfunde (n=19 Gutachten im Institut für Rechtsmedizin/ 2013) bearbeitet. Eine Anzahl von 20 pro Jahr wird meistens nicht überschritten. Die meisten dieser Funde ereignen sich im Innenstadtbereich, beim Messegelände und auch in der Umgebung des Polizeikommissariats 31, Hamburger Straße. Bei den Fundorten handelt es sich überwiegend um Baustellen.

Die Differenz zwischen den Angaben des LKA und jenen des Instituts für Rechtsmedizin (Differenz n=7) liegt darin, dass der Zuständigkeitsbereich des Instituts nicht nur Hamburg umfasst (vgl. 2.3).

### Identifizierung

Eine vermisste Person wird der Polizei gemeldet und bleibt automatisch drei Monate in der Fahndung. Nach dieser Zeit wird durch das LKA erneut entschieden, ob die Fahndung verlängert oder der Fall vorerst eingestellt wird. Jeder einzelne, nicht abgeschlossene Fall bleibt 30 Jahre in den Akten, bevor er endgültig verworfen wird. Bis 100 Jahre alte, nicht gelöste Vermisstenfälle werden

## 4 Diskussion

---

in einer „Vermisste und unbekannte Tote Datenbank“ gespeichert, auf die alle Bundesländer Zugriff haben.

Oftmals existieren Hinweise in Bezug auf die unbekanntes Toten, bspw. Kleidung, Tätowierungen oder Fotos, erfasste DNA oder der Zahnstatus, anhand deren diese, auch mithilfe der Öffentlichkeit, zu identifizieren wären.

Phantomzeichner fertigen in bestimmten Fällen Zeichnungen anhand aktueller, der Öffentlichkeit nicht zumutbarer Fotos von unbekanntes Verstorbenen an.

Das LKA Hamburg nimmt eine Isotopenanalyse ausschließlich in sehr speziellen Fällen in Anspruch. Diese wird vom Institut für Rechtsmedizin in München durchgeführt, da das Hamburger Institut derartige Untersuchungen nicht anbietet. Die Kosten sämtlicher Verfahren, die im Zusammenhang mit unbekanntes Toten stehen, die nicht in strafbare Handlungen involviert sind, werden von der Polizei übernommen. Anderenfalls werden die Kosten für die gewünschten Untersuchungen von der Staatsanwaltschaft getragen. Anhand von Knochenfunden werden üblicherweise sehr selten erfolgreiche Identifikationen vorgenommen (n=5) (Friedrich 2015) (vgl. 3.2.3).

### 4.3.1 AG Identifizierung

Zum Zwecke der gemeinsamen Beratschlagung über das weitere Vorgehen von „Langzeitvermissten“, Besprechung aktueller Befunde und auch neuer Fälle kommt regelmäßig ein interdisziplinäres Team zusammen. Außer Rechtsmedizinern beinhaltet das Team Diplom-Biologen, Zahnärzte, forensische Anthropologen, Sektionsassistenten sowie Mitarbeiter des LKA, Bereich Todesermittlung. Unbekannte Tote und ältere Fälle werden mit neuen Ansätzen noch einmal untersucht. Auch auf asservierte Gewebe oder Blutproben im Institut für Rechtsmedizin wird noch eingegangen. Ein zukünftiges Vorhaben dieser Arbeitsgemeinschaft (AG) besteht darin, existierende, zumutbare (fotografische) Portraits der bisher nicht Identifizierten mittels Computerprogramm zu bearbeiten, um diese anschließend bspw. in einer Hamburger Zeitung zwecks Öffentlichkeitsfahndung zu präsentieren.

## 4 Diskussion

---

Einige Gründe, weshalb die Verstorbenen bislang nicht ermittelt werden konnten:

- Person waren auf Durchreise und deswegen nicht gemeldet oder nicht bekannt.
- Person war eventuell osteuropäischer Herkunft (vgl. 4.4.5), und es gestaltet sich schwierig, durch das Generalkonsulat Angehörige ausfindig zu machen, um DNA zu erhalten.
- Person war Umherreisende/r oder Obdachlose/r.
- Zustand des Leichnams ist zu schlecht, um Fotos zu veröffentlichen.
- Person ist selbst mit teils auffälligen Tattoos nicht zu identifizieren, da niemand sich mit Hinweisen meldet.
- Es sind zu wenige Arbeitskräfte vorhanden, die bspw. mit bearbeiteten Porträts bestimmte Personenkreise befragen.
- Veröffentlichungen durch Medien erreichen nicht die „richtigen“ Personen.
- Keine verwertbare DNA vorhanden.
- Auffällig viele unbekannte Wasserleichen: *„Die Elbe spült so einiges an“* (Zitat der AG Identifizierung 2016).

Ein gut erhaltener knöcherner Schädel wird in manchen Fällen von Gesichtsrekonstrukteuren, beispielsweise als 3D-Plastik mit Weichteilen, erstellt (vgl. 1.5.1), um mit einer Öffentlichkeitsfahndung weitere Hinweise zu gewinnen. Eine Identifizierung mittels eines einzelnen, fragmentierten Knochens ist ausschließlich durch DNA-Gewinnung möglich. Dazu muss es allerdings einen Verdacht geben bzw. eine vermisste Person, damit sich ein potenzieller Angehöriger ermitteln lässt. Trotz einiger zu identifizierender Hinweise über den unbekanntes Verstorbenen bleibt die Person manchmal unbekannt. Nach LKA-Auskunft bleibt, bei geschätzten 20–30 unbekanntes Toten (inklusive fast vollständige Skelette) pro Jahr, trotz aller Bemühungen die Identität von zwei oder drei Unbekanntes ungewiss.

### 4.4 Kasuistiken: Beispiele anhand historischer und rezenter Fälle

#### 4.4.1 Fall Säugling

Dieser Fall beschreibt, dass eine DNA-Analyse auch nach 25 Jahren erfolgreich abgeglichen werden kann (vgl. 1.4.7).

1988 wurde an einem Rastplatz im Kreis Rotenburg ein männlicher Säugling in einer Plastiktüte in einem Mülleimer gefunden. Eine anschließende Untersuchung und Obduktion ergab, dass er zumindest eine kurze Zeit noch gelebt haben muss. Laut Zeugenaussagen war zu der Zeit in der näheren Umgebung eine damals 19-jährige Frau offensichtlich schwanger, doch wurde das Kind nie gesehen. Aufgrund der Aussage ihres Hausarztes, dass die Frau nicht schwanger gewesen sei, konnte keine Verbindung zu dem unbekanntem Säugling hergestellt werden, und er wurde bestattet.

2012 wurden auf dem ehemaligen Dachboden jener Frau zwei Babyleichen gefunden. Der Fokus rückte wieder auf die nun 43-jährige Mutter von zwei lebenden Kindern. Diese gestand, zwischen 1996 und 2001 zwei Kinder geboren und auf ihren Dachboden gelegt zu haben. Ein drittes Kind hätte sie im hauseigenen Garten vergraben, welches jedoch bisher nicht gefunden wurde.

Für einen DNA-Vergleich beschloss das Amtsgericht die Exhumierung des männlichen Säuglings, welcher 1988 gefunden wurde. Ein Putativvater konnte ausfindig gemacht werden, der einer DNA-Analyse zustimmte.

Der Säugling wurde 2013 exhumiert und dessen Skelett nach 25 Jahren in seiner Grabstätte freigelegt. Im Institut für Rechtsmedizin in Hamburg wurde zur molekulargenetischen Untersuchung eine Probe aus dem Oberschenkelknochen entnommen. Es erfolgte eine PCR in den STR (Short Tandem Repeats) der DNA-Analyse. Um die DNA des Säuglings mit jener des Putativvaters abzugleichen, wurde eine Analyse der Y-chromosomalen STR vorgenommen. Der bereits wegen Kindstötung angeklagten Frau konnte nun auch die Mutterschaft des 1988 geborenen männlichen Säuglings nachgewiesen werden. Auch nach 25 Jahren Liegezeit konnte man genug Material für eine DNA-Analyse entnehmen und das Kind somit eindeutig identifizieren (dpa 2013, Jopp et al. 2014).

### 4.4.2 Fall Langzeitvermisste

Ein seltener Fall der Anwendung der Superimposition (vgl. 1.5.2), welche erfolgreich zur Identifikation führte.

1999 wurden in einem Waldgebiet bei Brokeloh im Landkreis Nienburg von einem Revierförster ein Schädel und zwei weitere Knochenteile entdeckt. Im Beisein der hinzugerufenen Polizei wurden ca. 100 m vom Fundort entfernt Bekleidungsstücke gefunden. Die Kriminalpolizei brachte zwei Fälle von Langzeitvermissten in einen möglichen Zusammenhang mit dem Knochenfund:

1. Frau K., geboren im Januar 1954, vermisst seit Dezember 1969
2. Herr C., geboren im März 1947, vermisst seit Dezember 1977

Von beiden Vermissten existierten Lichtbilder. Von Herrn C. waren zusätzlich zahnärztliche Behandlungsunterlagen aus 1975 vorhanden und von Frau K. gab es ein Haarbüschel.

Aus dem rechtsmedizinischen Gutachten vom Oktober 1999 geht hervor, dass es sich bei dem Fundstück um einen bemoosten, unvollständigen Schädel ohne Unterkiefer gehandelt habe. Zwei Backenzähne des rechten Oberkiefers (Zähne 16 und 17) waren mit mäßigen Schliiffspuren und zentralen Füllungen vorhanden. Der allgemeine Knochenbau des Schädels wurde als eher kräftig und massiv beschrieben. Die Warzenfortsätze wären groß, die Glabella stark ausgebildet, die Augenhöhlen eckig und die Breite sei größer als die Höhe.

Die Schädelnähte im Hinterhauptsbereich wurden als teilweise geschlossen aufgeführt. Das Lebensalter wird durch den Verknöcherungsgrad der Schädelnähte auf 20 bis 50 Jahre eingegrenzt. Männliche Merkmale erwiesen sich als deutlich ausgeprägter.

Aufgrund dieser Ergebnisse wurde die noch jugendliche Frau K. ausgeschlossen. Die Liegezeit wurde aufgrund des Verwitterungsgrades auf 20–30 Jahre geschätzt.

Bei den beiden weiteren Knochen handelte es sich bei dem einen um den linken Oberschenkelknochen eines Menschen, mit dem gleichen Verwitterungsgrad wie

## 4 Diskussion

---

bei dem Schädel. Der zweite, kurze Knochen war kein menschlicher und damit in dem Fall nicht von Bedeutung.

Das Zahnschema von dem Vermissten Herrn C. aus dem Jahre 1975 wurde mit jenem des Schädels verglichen. Die Zähne 16 und 17 von Herrn C. waren zum damaligen Zeitpunkt vorhanden, es waren keine Füllungen verzeichnet. Diese Zahnbehandlung könnte aber auch nach 1975 erfolgt sein oder wurde nicht notiert. Eine Übereinstimmung mit dem Schädel Fund war möglich.

Zu diesem Ermittlungszeitpunkt wurden keine Angehörigen des Herrn C. für eine DNA-Analyse gefunden. Deshalb wurde eine Bestätigung der Identifikation mittels einer Superimposition angeregt. Aufgrund des Zustandes des Schädels fand im vorliegenden Fall die Superimposition mit dem vorhandenen Lichtbild aus dem Jahr 1970 des Herrn C. statt (vgl. Abb. 41 und Abb. 42).



Abb. 41 Gefundener Schädel (Abbildung aus einem Gutachten)

Abb. 42 Lichtbild Reinhard C. von 1970 (Abbildung aus einem Gutachten)

Außer dem zur Diskussion stehenden Schädel wurden vier weitere Schädel aus dem Museum des Instituts für Rechtsmedizin Hamburg fotografiert, um auch diese zur Deckung mit dem Lichtbild des Vermissten zu bringen.

## 4 Diskussion

---

Die Aufnahmen der Schädel erfolgten aus geringfügig verschiedenen Blickwinkeln.



Abb. 43 Der aufgefundenene Schädel in identischer Position mit dem Lichtbild (Abbildung aus einem Gutachten)

Abb. 44 Superimposition des Schädels mit dem Lichtbild (Abbildung aus einem Gutachten)

Lediglich der Schädel aus der vorliegenden Ermittlungssache ließ sich mit dem Lichtbild des Herrn C. einwandfrei zur Deckung bringen (vgl. Abb. 43). So entsprachen der Verlauf der Stirnlinie, die Position des Gehörganges, der Abschluss des Oberkiefers, die Position der Augenhöhlen sowie die Position der Nase fast exakt den anatomischen Hauptlinien des Lichtbildes (vgl. Abb. 44). Die übrigen Schädel zeigten, bzgl. dieser Merkmale, erhebliche, nicht korrigierbare Abweichungen. Das gilt allerdings noch nicht als beweissicheres Kriterium für eine Identifikation.

Aus dem archivierten Polizeibericht vom Mai 1999 geht hervor, dass Herr C. eine Tochter habe, die nach Kontaktaufnahme bestätigte, dass ihre Großmutter, die leibliche Mutter des Herrn C. leben würde und bereit wäre für eine DNA-Untersuchung. In diesem Fall hätte eine Untersuchung der mitochondrialen DNA stattfinden müssen, da diese unverändert von der Mutter an ihre Kinder weitergegeben wird. Leider ist diese schlussendliche Untersuchung in den archivierten Daten nicht verfügbar.

### 4.4.3 Fall St. Pauli

In diesem Fall geht es um ein vermutetes Tötungsdelikt, dessen Opfer nach 23 Jahren gefunden und identifiziert wurde (vgl. 4.3).

Bei Fundamentarbeiten im Jahre 2000 wurde in St. Pauli in Hamburg in 80 cm Tiefe ein vollständig skelettierter, vergrabener Leichnam gefunden. Die diensthabende Mordkommission des LKA und zwei Rechtsmediziner des Instituts für Rechtsmedizin in Hamburg wurden hinzugerufen, da die Lage des Skeletts sowie die Auffindesituation auf ein Fremdverschulden hinwiesen.

Das beinahe vollständige Skelett wurde ins Institut für Rechtsmedizin in Hamburg verbracht. Bis auf den rechten Talus und den siebten Halswirbelkörper war der skelettierte Leichnam komplett. Außerdem wurden Kleidungsstücke wie Schuhe, Kniestrümpfe, ein Herrenhemd und eine über den Schädel des Leichnams gestülpte Plastiktüte gefunden. Der fehlende Talus und der siebte Halswirbelkörper wurden bei einer späteren erneuten Durchsuchung des Erdreichs gefunden.

Eine Abklärung des LKA über Langzeitvermisste ließ vermuten, dass es sich um den Leichnam des seit Weihnachten 1977 vermissten Herrn M., geb. 1942, handeln könnte.

Bereits im Januar 1978 ergingen Hinweise an die Polizei, dass Herr M. in der Erdgeschosswohnung erschossen worden sein sollte. Der damalige Tatverdächtige wurde daraufhin festgenommen. In der Wohnung des Tatverdächtigen wurde damals eine Pistole gefunden, nur konnte man weder eine Leiche noch Grabespuren finden. Der Tatverdächtige bestritt die Tat und musste aufgrund fehlender Leiche freigelassen werden.

Im Januar 1981 gingen weitere Hinweise gegen den damaligen Verdächtigen ein. Die Ermittlungen führten zu keinem strafprozessuellen Ergebnis. 1986 verstarb der Tatverdächtige eines natürlichen Todes.

Bei dem vermuteten Tötungsdelikt musste der Sachlage nach davon ausgegangen werden, dass es sich bei dem skelettierten, vergrabenen Leichnam tatsächlich um den Langzeitvermissten Herrn M. gehandelt haben muss.

## 4 Diskussion

---

Die Mutter des Herrn M. gab im Jahr 2000 eine Blutprobe für eine DNA-Analyse ab. Ein übereinstimmbares Ergebnis konnte nicht ermittelt werden, da die mtDNA des Leichnams zu viele Abweichungen aufwies.

Aufgrund anthropologischer Untersuchungen ließ sich das Skelett dem männlichen Geschlecht zuordnen. Das Alter wurde auf 29–35 Jahre und die Körperhöhe auf 185–189 cm geschätzt. Bezüglich der Todesursache wurden keine zu Lebzeiten erlittenen Verletzungen gefunden. Somit handelte es sich um ein vermutetes Tötungsdelikt aus dem Jahre 1977 wahrscheinlich zum Nachteil des Herrn M.

### 4.4.4 Fall Moora

Positive Aspekte der Interdisziplinarität zwischen Rechtsmedizinern, forensischen Anthropologen, Polizei, Archäologen und Arbeitskräften zeigt die Kasuistik von „Moora“, der Moorleiche (vgl. 1.3.4 und 1.5 und 1.7 und 5.5).

Anfang September 2000 wurde bei Torfabbauarbeiten im Wenser Moor im niedersächsischen Landkreis Nienburg/Weser bei Uchte eine Leiche in 80 cm Tiefe gefunden. Sie wurde bereits vor dem Eintreffen der Polizei von den Torfstechern an die Oberfläche geholt. Der Fund beinhaltete einige größere Knochen sowie Teile der Schädeldecke mit Haarresten. Weitere Fragmente der Leiche wurden in unmittelbarer Nähe der eigentlichen Fundstelle geborgen und sichergestellt. Alle Leichenteile wurden mitsamt dem daran hängenden Torf ins Institut für Rechtsmedizin Hamburg gebracht und dort untersucht.

Morphognostisch ließ sich anhand des Schädels und des Beckens ein weibliches Geschlecht feststellen. Aufgrund der Verknöcherung der Schädelnähte und der Wachstumsfugen an den Langknochen wurde ein Lebensalter von 16–19 Jahren geschätzt. Es waren keine Zahnarbeiten feststellbar. Eine Abstammungsbegutachtung misslang aufgrund der Zersetzung der DNA durch Moorsäuren am Knochen der Leiche.

Aus polizeilichen Nachforschungen ergab sich ein Vermisstenfall eines 16 Jahre alten Mädchens von 1969. Dieses soll ebenfalls keine zahnärztlichen Arbeiten oder Frakturen gehabt haben, die identifizierbar gewesen wären.

## 4 Diskussion

---

Aufgrund von speziellen genetischen Typisierungen wurden Knochenteile der Leiche aus dem Moor in das Institut für Zoologie und Anthropologie der Universität Göttingen, Abteilung für historische Anthropologie und Humanökologie, verbracht. 2002 ergab diese molekulargenetische Untersuchung, dass lediglich das Geschlecht als sicher weiblich bestimmt werden konnte. 2003 ergaben Vergleiche zwischen mtDNA Sequenzen der Mutter des vermissten Mädchens sowie der Leiche im Moor keine Übereinstimmung.

Im Januar 2005 wurde die fehlende rechte Hand der Leiche im Moor in unmittelbarer Nähe der ersten Fundstelle aus dem Jahr 2000 gefunden. Der Fall wurde von der Polizei Nienburg erneut aufgenommen und Archäologen des Landesamtes für Denkmalpflege in Hannover wurden hinzugezogen. Paläobotaniker wiederum schätzten eine Lagerungszeit von 2000 bis 3000 Jahren, da beim Fundort im Moor die Grenze von Schwarz- und Weißtorf gut sichtbar sei. Weißtorf wird aus den oberen Schichten gewonnen und beinhaltet pflanzliche Reste, während Schwarztorf aus den unteren Schichten im Moor abgebaut wird und kaum noch Pflanzenreste erhält. Diese beiden Moorarten werden ausschließlich in Hochmooren abgebaut, die es noch hauptsächlich in Niedersachsen gibt (Klitzsch 2017).

Eine Altersdatierung durch die Radiokarbonmethode erfolgte im Leibniz Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung der CAU Kiel. Das kalibrierte Radiokarbonalter sei 2475 +/- 20 Jahre und das kalendarische Alter zwischen 764 und 515 v. Chr. Eisenzeit.

*„Damit handelt es sich nicht nur um den ersten Moorleichenfund auf niedersächsischem Gebiet seit 50 Jahren, sondern auch um die älteste aller radiokarbondatierten Moorleichen, die bisher in den Mooren Nordwestdeutschlands gefunden werden konnten“* (Püschel et al. 2005, S. 205).

Das Skelett konnte durch Nachgrabungen im Jahre 2005/2006 weitgehend vervollständigt werden.

Im September 2005 fanden weitere Untersuchungen an der Moorleiche im Universitätsklinikum Hamburg Eppendorf statt. Mithilfe bildgebender Verfahren wurden Harris-Linien an beiden Tibiae durch eine kontaktradiologische Untersuchung entdeckt. Diese Wachstumsstillstandslinien sind als parallel

## 4 Diskussion

---

angeordnete Strukturverdichtungen der distalen Tibiae im Röntgenbild sichtbar und weisen auf außerordentliche Stresssituationen wie Hunger oder schwere Krankheiten hin. In einer solchen Situation stoppt die Tätigkeit der Osteoblasten, die für die Bildung von Knochengewebe zuständig sind. Diese werden erst nach Ende einer solchen Stresssituation wieder aktiv. Durch das folgende schnelle Aufholwachstum bilden die Osteoblasten dünne Schichten, die Harris Linien, diese werden auch als dicht gepackte Knochen trabekel bezeichnet (Jopp et al. 2008).

Um sich von Mooras möglicher Erscheinung ein Bild zu machen, wobei der Schädel aber lediglich in Einzelteilen vorlag, wurde dieser zunächst digital rekonstruiert. Unabhängig voneinander sollen nun verschiedene Verfahren zur Gesichtsrekonstruktion angewandt werden. Das digital rekonstruierte Schädelmodell diene sämtlichen Beteiligten als Ausgangssituation inklusive des bereits erforschten Wissens über die Moorleiche. Keinerlei Informationen gab es beispielsweise zur Haartracht, zum Ernährungszustand und zu weiteren, das Erscheinungsbild beeinträchtigenden Daten (Püschel et al. 2011).

Ergebnisse der unterschiedlichen Verfahren der Gesichtsrekonstruktion von Moora zeigen folgende Abbildungen (vgl. Abb. 45 bis Abb. 49):



Abb. 45



Abb. 46



Abb. 47



Abb. 48

Abb. 49

Eine zeichnerische Rekonstruktion bot Steffi Burrath an (Abb. 45), eine digitale 2D-Rekonstruktion fertigte Ursula Witwer-Backofen an (Abb. 46), während Caroline Wilkinson mit ihrer 3D-Rekonstruktion wiederum ein anderes Bild von Moora schuf (Abb. 47). Sabine Ohlrogge (Abb. 48) und Kerstin Kreutz (Abb. 49) gestalteten eine Moora mittels plastischer Rekonstruktion (Püschel et al. 2011, S. 222).

## 4 Diskussion

---

Mithilfe der Interdisziplinarität ließ sich Mooras Geheimnis zumindest ansatzweise lüften. Die Verwechslung mit einer rezenten Leiche lehrt, dass bei einem solchen Fund an alle Möglichkeiten zu denken ist (Püschel et al. 2008).

*„Der u.U. auch noch nach Jahrtausenden gute Erhaltungszustand der Leichen kann eine kürzere Zeitspanne vortäuschen“* (Püschel et al. 2005, S. 204).

### 4.4.5 Fall Boberg

In diesem Fall geht es erneut um einen ungeklärten Mord. Das Opfer konnte durch bereits vorhandene DNA identifiziert werden (vgl. 4.3).

Bei der Suche nach einer anderweitig vermissten Person fand die Polizei im November 2005 in den Boberger Dünen Leichenteile in einer Plastiktüte. Diese war nur wenig mit Erde überdeckt und auch fand sich dort kein Laub. Nachdem ein Rechtsmediziner durch die zuständige Mordkommission hinzugezogen worden war, bestätigte dieser zwei Oberschenkelknochen mit Gewebeanhaftungen im Verwesungszustand. Um weitere Leichenteile zu finden, gelangten die Polizei mit Leichenspürhunden, eine Tauchergruppe und ein Polizeihubschrauber zum Einsatz.

Einen Tag später wurde, nahe der ersten Fundstelle, eine weitere Tüte mit Unterschenkelknochen gefunden.

Innerhalb eines halben Jahres nach Fund konnte anhand einer DNA-Analyse ein 1975 in Weißrussland geborener Mann identifiziert werden. Dessen DNA war bereits wegen Diebstahls erfasst und konnte somit abgeglichen werden.

Durch polizeiliche Ermittlungen sind von diesem Mann einige persönliche Daten bekannt, doch konnte bis heute der Mord an ihm und auch die Todesursache nicht aufgeklärt werden.

So lebte der Mann seit 1999 in Deutschland unter einem geänderten Namen, hatte keinen Beruf und wohnte bei Freunden in Neuallermöhe.

Dieser Mord wurde 2011 im November in der TV-Sendung „Ungeklärte Morde – dem Täter auf der Spur“ vorgestellt und eine Belohnung für Hinweise ausgesetzt (dpa 2011). Bis zum heutigen Zeitpunkt scheint er noch immer ungeklärt.

### 4.4.6 Fall Inka

Ein Mann, der umziehen und deswegen etwas Ballast in Hamburg lassen wollte, sorgte für Aufsehen (vgl. 1.3.4).

Im September 2008 versteckte ein Mann in der Nacht etwas auf einem Abfallplatz. Anwohner beobachteten dies und verständigten die Polizei. Ein Schädel mit einer Deformierung und ein Unterkiefer wurden aufgefunden, die zur weiteren Untersuchung ins Institut für Rechtsmedizin in Hamburg verbracht wurden, um einen Zusammenhang mit einem Tötungsdelikt auszuschließen.

Der Mann gab an, er habe diese Knochen vor Jahrzehnten anlässlich einer Urlaubsreise in Südamerika aus einem Inkagrab ausgegraben und als Souvenir mitgebracht. Er habe sie 48 Jahre lang in seinem Besitz gehabt und wolle sie nun wegen Umzugs in die USA ohne Aufsehen entsorgen.

Vitale oder postmortale knöcherne Verletzungen ließen sich anthropologisch nicht feststellen. Odontologische Befundungen ergaben, dass es sich bei dem Schädel und dem Unterkiefer um zwei verschiedene Individuen handelte.

Der Schädel konnte einem etwa vier bis fünf Jahre alten Kind zugeordnet werden, der Unterkiefer einem etwa acht- bis neunjährigen Kind. Diese makroskopischen Befunde konnte man durch Röntgen bestätigen.

Die besondere Deformierung des Schädels entstand nicht, wie von dem Mann angenommen, aufgrund artifizieller Wicklung, sondern ließ sich als ein sogenannter Wasserkopf, Hydrocephalus, identifizieren.

Mittels der Radiokarbonmethode im Leibniz Institut in Kiel wurde die Liegezeit bestimmt. Es ergab sich eine Datierung des Schädels auf ca. 1213–1259 n. Chr. (13. Jh.) und des Unterkiefers auf ca. 1068–1116 n. Chr. (12. Jh.). Die Angaben, dass die Knochen aus einem Inkagrab aus Peru stammen, können somit bestätigt werden. Eine Stabilisotopenanalyse ergab hohe Werte für Kohlenstoff in beiden Knochen und könnte somit Hinweise auf eine pflanzliche oder fischreiche Ernährung der beiden Kinder geben. Aufgrund der frühen interdisziplinären Zusammenarbeit von Polizei, Rechtsmedizin sowie forensischer Anthropologie ließ sich ein rezentes Tötungsdelikt ausschließen (Jopp et al. 2009).

## 4 Diskussion

---

### 4.4.7 Fall Kinderskelett

In diesem Fall wird ein „mumifizierter“ Leichnam durch eine bestimmte Untersuchung identifiziert (vgl. 1.5.3).

2008 wurde nahe dem Elbufer ein mumifizierter Kinderleichnam gefunden. Der Leichnam lag in einem begrünten Strandabschnitt. Weder fanden sich Verfärbungen noch Abplattungen rund um den Leichnam im Gestrüpp. Die hinzugezogene Polizei dokumentierte einen teils mumifizierten, teils skelettierten Zustand sowie eine auffällige Verkrustung des Schädeldachs (vgl. Abb. 50).



Abb. 50 „Kinderskelett“ (Abbildung aus einem Gutachten)

Die Beine fehlten. Abgrenzbare Kleidungsreste sowie der Zahnstatus der noch vorhandenen oberen Zahnreihe als auch die Körperlänge von ca. 95 cm wurden notiert. Das Skelett wurde in das Institut für Rechtsmedizin Hamburg verbracht. Angeforderte Leichenspürhunde und ein Abgleich mit Vermisstenfällen ergaben keine Treffer.

Eine zeitnahe Obduktion mit einer wissenschaftlichen computertomografischen Untersuchung sowie die Entnahme von Material für die DNA-Analyse wurden angeregt.

Im Zuge der Untersuchungen stellte sich der Leichnam als ein anatomisch korrektes Schaumstoffgebilde ohne Beine heraus. Er zeigte unter anderem verbrennungsähnliche Veränderungen und teilweisen Moosbewuchs. Da der Schambogen winkelförmig gebildet war, wurde angenommen, das Geschlecht sei

## 4 Diskussion

---

männlich. Die CT-Untersuchung ergab, dass ein ca.15 cm langer, schmaler Stab den Schädel mit der Wirbelsäule verband, ohne Frakturzeichen. Zahnarbeiten ließen sich nicht nachweisen.

Bei Zweifel am Ursprung eines Fundes sollte man auf die anthropologische Meinung oder aber auf eine Durchführung weiterer spezieller Untersuchungen wie CT, DNA-Analyse sowie auf einen Schnelltest auf menschliches Blut nicht verzichten (Klein et al. 2015).

### 5 Kleiner Exkurs: *Dumping*, Zerstückelung und Exhumierungen

#### 5.1 Einleitung

Der Begriff *Dumping* bezeichnet in der Forensik das Verbergen, Vergraben, Verstecken, Verscharren, Verbrennen oder Versenken von Leichen oder Leichenteilen. Erstmals fand dieser Begriff bei Drogenabhängigen Verwendung, die aus Angst der Mittäterschaft ihre an Überdosis verstorbenen Kumpanen aus der Wohnung an einen anderen Platz schafften (Anders et al. 2000).

Um eine Leiche leichter zu beseitigen, entscheidet sich ein Täter manchmal dazu, diese handlich zu zerstückeln. In einem solchen Fall werden häufig die Extremitäten und der Kopf vom Torso abgetrennt, ggf. einzeln verpackt und an einen anderen Ort als den Tatort verbracht. Dieses wird als defensive Zerstückelung bezeichnet und dient der Vernichtung oder Verbergung des Leichnams und dessen Identität und der Tatspuren.

Bei einer offensiven Zerstückelung besteht keine Tendenz, die Leichenteile zu verbergen (Bonte & Mayer 1973, Püschel & Koops 1987b).

Diese Form von Zerstückelung erweist sich als deutlich seltener als die defensive Form. „Meist [ist] kein planvolles Vorgehen erkennbar“ und „die Verstümmelungen sind scheinbar ungerichtet“ (Edler et al. 2016, S. 520). Gründe für die offensive Zerstückelung sind „sexuelle und sadistische Perversionen“ oder „psychische Störungen“ (Edler et al. 2016, S. 520).

Aufgefundene Körperteile können makroskopisch, anatomisch durch forensische Anthropologen zugeordnet werden. Überdies ist eine virtuelle Rekonstruktion mittels eines CT sinnvoll, da es mit speziellen Programmen möglich ist, u.a. die Bruchkanten darzustellen und virtuell zusammenzufügen (vgl. 1.5.3).

Das Tatwerkzeug kann häufig unter Betrachtung von Knochen und Gewebe identifiziert werden. Zudem werden DNA-Analysen angefertigt und, falls vorhanden, der Zahnbefund zu Identifikationszwecken sichergestellt (Jopp et al. 2012).

## 5 Kleiner Exkurs: Dumping, Zerstückelung und Exhumierungen

---

Exemplarisch werden in diesem Abschnitt der Dissertation über einen Zeitraum von sechs Jahren aufgetretene Fälle von *Dumping* und Zerstückelung in Hamburg und Umgebung, getrennt von den Knochenfunden, ausgewertet. Anschließend folgen drei Kasuistiken über exhumierte Soldaten aus dem Zweiten Weltkrieg.

### 5.2 Material und Methoden

Im Institut für Rechtsmedizin in Hamburg wurden mit verschiedenen Stichworten *Dumping*- und Zerstückelungsfälle in und um Hamburg im eigenen Intranet und im Archiv herausgefiltert. Außerdem wurde beim LKA Einsicht in Akten genommen, um weitere Daten zu erhalten. Aufgrund mangelhafter Datenlage fand in dieser Arbeit lediglich der Zeitraum 1988–1993 Berücksichtigung.

### 5.3 Ergebnisse

Von 1988–1993 wurden 59 *Dumping*fälle beschrieben. Die Verstorbenen wurden häufig nicht nur versenkt oder versteckt, sondern zusätzlich verpackt, verbrannt, vergraben, abgelegt oder geschleift. Dies erklärt die höhere Zahl des Diagrammes von  $n=77$ , als es insgesamt Fälle sind, die beobachtet wurden (vgl. Abb. 51).

Parallel zum *Dumping* kam es in vier Fällen zusätzlich zu Zerstückelungen, die je einmal in den Jahren 1988, 1989, 1991 und 1993 stattfanden.

#### 5.3.1 Dumping

Am häufigsten wurden die Verstorbenen in Wäldern, in Fahrbahn- oder Feldwegnähe weit weg vom Tatort abgelegt ( $n=17$ ). In 13 Fällen wurde der Leichnam in verschiedenen Gewässern versenkt. In zwei von diesen 13 Fällen wurde jeweils ein Fötus in Klärwerken gefunden. In einem Fall ist dem Leichnam zur Erschwerung eine Beton- Gehwegplatte umgebunden worden, bevor er versenkt wurde (vgl. Abb. 51).

## 5 Kleiner Exkurs: Dumping, Zerstückelung und Exhumierungen

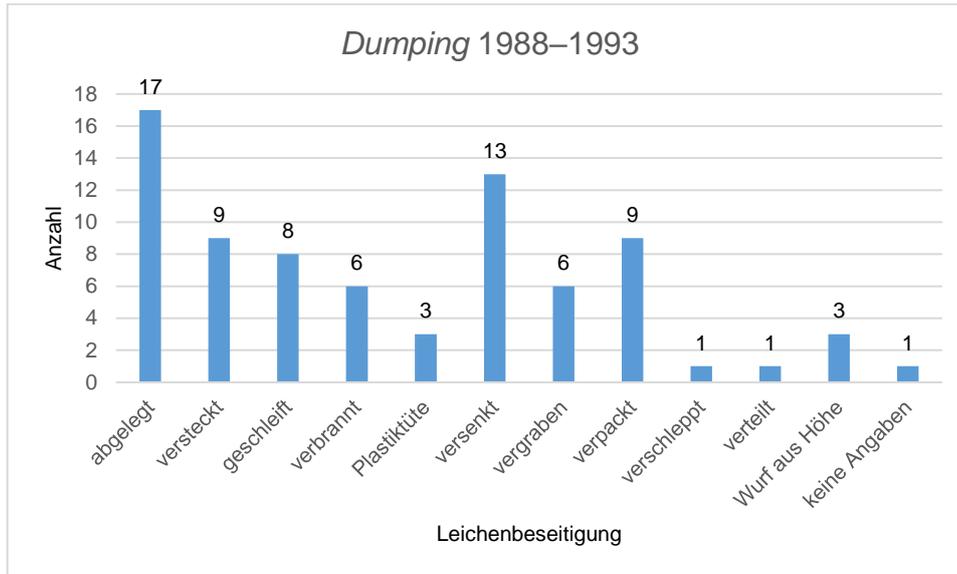


Abb. 51 *Dumping*fälle von 1988–1993 in und um Hamburg (n=77)

### Opfer

Das Geschlecht der Opfer ist in den untersuchten Jahren von 1988–1993 ausgeglichen (vgl. Abb. 52).

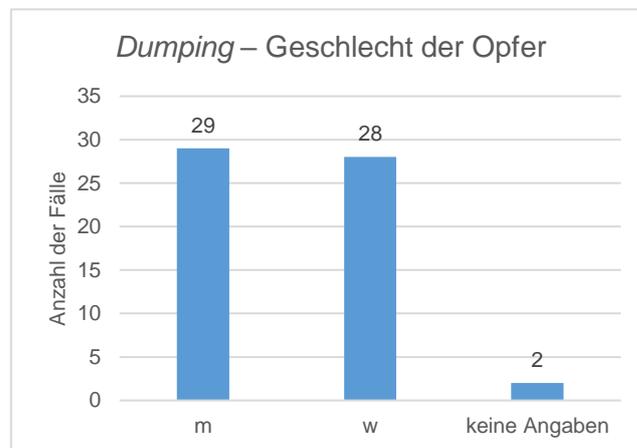


Abb. 52 *Dumping* – Geschlecht der Opfer (n=59), 1988–1993

Die Opfer waren in 14 Fällen *Maturus*, zwischen 40 und 50 Jahre alt, gefolgt von 11 Fällen *Adultus*, zwischen 20 und 30 Jahre alt. Selten war ein Opfer <10 Jahre und >60 Jahre alt. Der Fokus scheint auf dem adulten und murenen Alter zu liegen (vgl. Abb. 53).

## 5 Kleiner Exkurs: Dumping, Zerstückelung und Exhumierungen

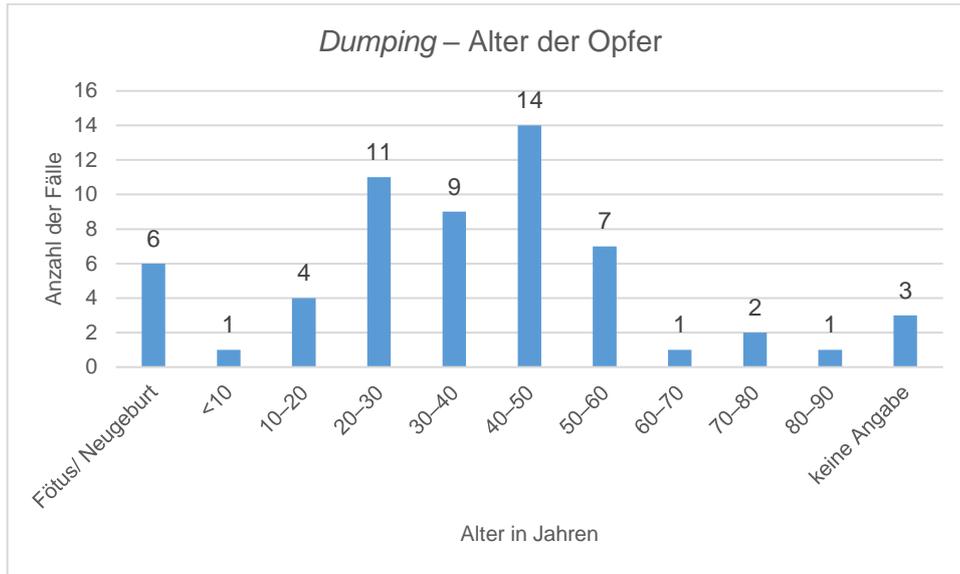


Abb. 53 *Dumping* – Alter der Opfer (n=59), 1988–1993

Der Blutalkohol (BAK) von 51 der Opfer lag zwischen 0‰ (n=22) und 3,53‰, von acht Opfern gibt es dazu keine Angaben (vgl. Abb. 54).

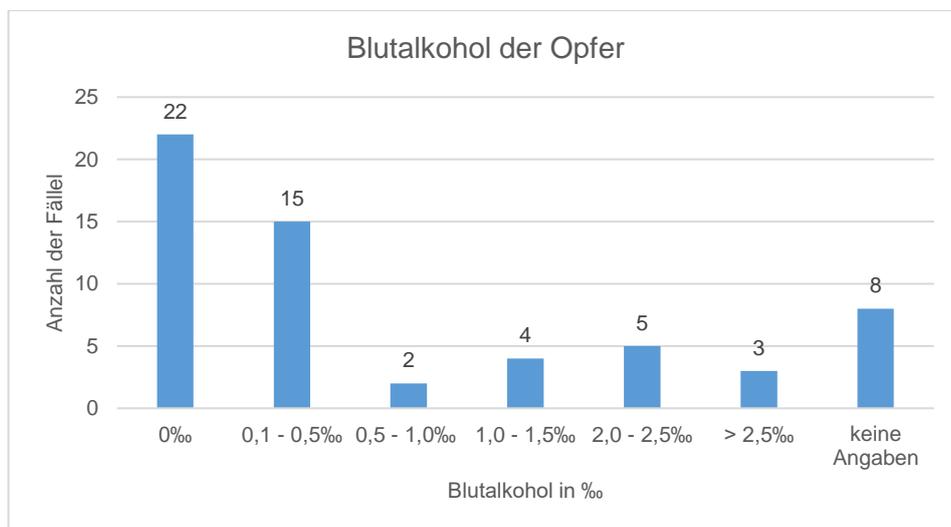


Abb. 54 *Dumping* – BAK der Opfer (n=59), 1988–1993

### Täter

Das Geschlecht der Täter war in ca. der Hälfte der Fälle (n=30) angegeben. In 29 Fällen waren keine Informationen dazu angeführt. Die Täter waren zum größten Teil männlich und führten die Tat teils auch gemeinsam mit mehreren Männern in

## 5 Kleiner Exkurs: Dumping, Zerstückelung und Exhumierungen

einer Gruppe aus. Nur viermal waren es einzelne Frauen, die das Opfer umbrachten und an einen anderen Ort verbrachten (vgl. Tab. 23).

Das Alter der Gruppe an Tätern liegt schwerpunktmäßig im *Adultus*, zwischen 20 und 40 Jahren. Bei der 6er-Gruppe an männlichen Tätern waren fünf von ihnen sogar im *Juvenis*, zwischen 17 und 20 Jahre alt (vgl. Tab. 23).

Tab. 23 *Dumping* – Geschlecht und Alter der Täter (Tat n=59), 1988–1993

Anzahl der Tat	Anzahl Täter	Geschlecht Täter	Alter Täter in Jahren
19x	1	M	Vgl. Abb. 55
4x	1	W	Vgl. Abb. 55
1x	2	W & M	30 & 33
4x	2	M	17 & 23 ; 23 & 25
1x	4	M	28, 36, 36, 44
1x	6	M	Zwischen 17– 20 & 47
29x	Keine Angaben	Keine Angaben	Keine Angaben
Total 59			

Das Alter der Einzeltäter liegt im *Adultus*, zwischen 20 und 30 Jahren mit n=9 (vgl. Abb. 55). Die vier Einzeltäterinnen waren zum Tatzeitpunkt zwischen 18 und 41 Jahre alt (18, 22, 27 ,41).

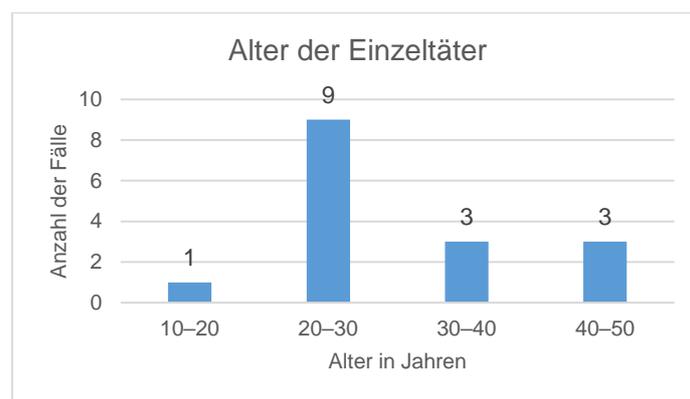


Abb. 55 *Dumping* – Alter der Einzeltäter (n=16), 1988–1993

## 5 Kleiner Exkurs: Dumping, Zerstückelung und Exhumierungen

### 5.3.2 Zerstückelung

Die Leichenteile bei dem Zerstückelungsfall 1988 wurden in Plastiktüten verbracht und in einem Schrank versteckt, während bei dem Fall im Jahr 1989 die verschiedenen Körperteile an unterschiedlichen Stellen vergraben und versenkt wurden. 1991 fand man Körperteile in Plastiktüten verpackt, auf mehrere Koffern aufgeteilt an drei verschiedenen Orten. 1993 fanden sich mehrere Körperteile in Woldecken gewickelt in der Elbe sowie verkohlte Überreste in einem Blecheimer wieder. Da die Täter der vier Zerstückelungsfälle bemüht waren, die Leichen verschwinden zu lassen, handelt es sich um defensive Zerstückelung (vgl. Tab. 24).

Tab. 24 Defensive Zerstückelungsfälle von 1988–1993 (n=4); k.A. = keine Angaben

Zerstückelung	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr
	1988	1989	1991	1993
Geschlecht & Alter des Opfers	M, 48 Jahre	W, 31 Jahre	M, 46 Jahre	M, 23 Jahre
Todesursache	Schädelhirntrauma	Ersticken infolge Strangulation	Verbluten aus Bruststichen	Schussverletzung Schädel
<i>Dumping</i> bzw. Leichenbeseitigung	In Plastiktüten im Schrank	Wasser und vergraben	In drei Koffer und eine Tüte verteilt	Elbwasser & Blecheimer
Blutalkohol Opfer	0‰	0,72‰	0,37‰	0,10‰
Geschlecht Täter	W	M	M	k.A.
Beziehung des Täters zum Opfer	Ehefrau	Ehemann	Untermieter	k.A.
Beruf Täter	Hausfrau und Frührentnerin	k.A.	k.A.	k.A.

### 5.4 Diskussion

Im Rahmen dieses Exkurs wurden 59 *Dumpingfälle* inklusive vier Zerstückelungsfällen zwischen 1988 und 1993 in und um Hamburg bearbeitet. Häufig, wie auch aus dieser Arbeit hervorgeht, werden Zerstückelte wie nichtzerstückelte Leichen beseitigt, sodass *Dumping* und Zerstückelung in manchen Fragestellungen miteinander einhergehen.

Bereits in vorliegenden Untersuchungen zu *Dumping* und Zerstückelungen von Püschel & Koops (1987a), Anders et al. (2000), Adjei (2010) und Edler et al. (2016) wurde dargelegt, dass es sich bei den Tätern meist um adulte Männer handelt. Das Geschlecht der Opfer ist eher ausgeglichen, es gibt offenbar eine Täter-Opfer Beziehung, und es handelt sich häufiger um defensive Leichenzerstückelungen als um offensive. In Bezug auf das Alter der Opfer handelt es sich selten um infantile oder senile, sondern meistens um adulte und mature Menschen.

Zwischen 1959 und 2008 hat das Institut für Rechtsmedizin in Hamburg 45 Fälle von Leichenzerstückelungen behandelt. Adjei (2010) beschreibt in ihrer retrospektiven Arbeit detailliert 18 Fälle, die sich zwischen 1985 und 2008 in und um Hamburg zugetragen haben.

### 5.5 Exhumierungen mit Kurz-Kasuistiken

Identifikationsmaßnahmen und -bemühungen bei einem erneuten Fund von menschlichen Überresten in Deutschland aus dem Zweiten Weltkrieg (1939–1945) zum Zwecke der Überführung zu den Angehörigen sind nach wie vor aktuell.

Nach mittlerweile 70 Jahren Liegezeit der Gebeine gestaltet es sich jedoch immer schwieriger, die Identität auszumachen. Zeitzeugen, die als Kinder *live* im Kriege dabei waren und berichten können, gibt es immer weniger. Potenzielle Angehörige, um DNA-Abgleiche zu erhalten, sind schwieriger ausfindig zu machen. Leider degradiert auch die DNA in den Gräbern durch verschiedene Umstände, sodass es nicht immer gelingt, diese erfolgreich zu analysieren.

Während die Amerikaner eigens zur Findung und Rückführung ihrer Soldaten ein Team zusammengestellt haben („*Defense POW/MIA Accounting Agency*“, DPAA), zeigt bspw. England kein großes Interesse am Aufspüren und Exhumieren von gefallenen Soldaten aus dem Zweiten Weltkrieg. Die Amerikaner stehen mit jeglichen Institutionen und bürokratischen Behörden in Deutschland eng in Verbindung „*until they [die Soldaten] are home*“.

Flugzeuge, egal unter welcher Flagge, sollen nicht bewegt oder geborgen werden bzw. trägt das Flaggenland die alleinige Entscheidung darüber. Gefundene menschliche Überreste, zumindest von Deutschen oder Amerikanern, hingegen müssen professionell geborgen werden (Haßmann 2015).

Bei der Freilegung eines Grabes, bei welchem die Intention herrscht, die Identität zu sichern, und bei dem auch noch eine sehr lange Liegezeit besteht, ist es zwingend erforderlich, mit forensisch anthropologischem Sachverstand zu arbeiten. In den drei folgenden Kasuistiken wurde mit interdisziplinärer Hilfe und Unterstützung gearbeitet (vgl. 4.4.4).

Wie bereits im Abschnitt 1.6 und 1.7 beschrieben, erfolgt bei einer Exhumierung zunächst ein maschineller Aushub des Grabes bis auf eine bestimmte Tiefe. Die Mitarbeiter der Friedhöfe können diese anhand vorangegangener Notizen meistens ermitteln, anderenfalls wird auf die Verfärbung des Bodens innerhalb des Grabes geachtet. Die letzten 10 cm oberhalb des Bestatteten werden mittels der stratigrafischen Methode mit Kelle und Pinsel abgetragen. Die benötigten Knochen

## 5 Kleiner Exkurs: Dumping, Zerstückelung und Exhumierungen

---

für eine DNA-Analyse werden beschriftet in Papiertüten verpackt. Sämtliche Arbeitsschritte werden fotografisch begleitet (Jopp-van Well et al. 2016).

Im Folgenden findet eine kurze Beschreibung der drei Kasuistiken von Soldaten des Zweiten Weltkrieges mit verschiedenen Ausgängen statt.

### 5.5.1 Kurz-Kasuistik 1 – der US-Pilot

Im ersten Fall ist, laut damals kindlichen Zeitzeugen, ein amerikanischer Pilot im April 1945 auf dem Weg nach England über Rosien, Niedersachsen abgestürzt. Nachdem über Jahre hinweg erst Belgien, dann Dänemark und dann die Gegend um Neumünster als Absturzort bezeichnet wurden, meldete sich 2013 ein Heimatforscher aus Rosien, der über einen Flugzeugabsturz in der Nähe berichtete. Zeitzeugen haben ihm erzählt, dass ein Jagdflugzeug im April 1945 von Maschinengewehren abgeschossen wurde und die Maschine am Boden Feuer gefangen habe. Der Pilot habe nach dem Absturz gelebt, wurde aber direkt, im Sinne von „Fliegerlynchjustiz“, vom Reichsarbeitsdienstkommandeur (RAD) erschossen. Das Grab war bekannt und aufgrund des Gräbergesetzes blieb dieses Grab all die Jahre unangetastet (Hürneke 2015). Nachforschungen und Begehungen bestätigten die Vermutung, da Wrackteile mit Seriennummern gefunden wurden. Das öffentliche Interesse wuchs, sodass ein amerikanisches Ermittlungs- und Bergungsteam (*DPAA*) mitsamt Anthropologen den Soldaten im März 2014 komplett exhumierte. Dieser befand sich in seinem Grab in Bauchlage und wurde durch taphonomische pflanzliche Veränderungen zusammengehalten. Die Polizei Lüneburg verbrachte den skelettierten Körper ins Institut für Rechtsmedizin nach Hamburg, wo dieses untersucht und vom *DPAA*-Team identifiziert wurde. Aufgrund des Verdachts der tödlichen Schussverletzung erfolgten CT- und Röntgenuntersuchungen und auch eine Elementanalyse aus Erde und Humus aus dem Schädel. Der Leichnam zeigte mehrfache Frakturen, die auf den Flugzeugabsturz zurückzuführen wären und tatsächlich Defekte am Schädel, die den potenziellen Schuss darstellen könnten. Es ließ sich jedoch, trotz aller Untersuchungen, kein Schusskanal rekonstruieren, sodass es nicht möglich war, dieses fragliche Tötungsdelikt aus 1945 zu sichern.

## 5 Kleiner Exkurs: Dumping, Zerstückelung und Exhumierungen

---

Das Verfahren wurde von der Staatsanwaltschaft eingestellt, da auch kein Täter ermittelt werden konnte. Die Gebeine wurden allerdings erfolgreich auf amerikanischen Boden rücküberführt (Jopp-van Well et al. 2015b, 2016).

### 5.5.2 Kurz-Kasuistik 2 – vier deutsche Unbekannte

Folgende Kasuistik ereignete sich in Schneverdingen, Niedersachsen, wo im August 1944 vier deutsche Jagdflieger abgestürzt sein sollen. Stark verbrannt und fragmentiert wurden sie damals als „unbekannt“ bestattet. 1964 eröffnete der Volksbund Deutscher Kriegsgräberfürsorge e.V. (VDK) die Gräber, um Hinweise auf deren Identität zu erlangen. Nichts konnte ausfindig gemacht werden, also wurden die vier erneut bestattet. Nach einer hartnäckigen Recherche vonseiten des „Flieger, Flugzeuge, Schicksale e.V.“ bestanden nun Hinweise auf die Identität der Soldaten. Eine Exhumierung wurde beantragt und um eine anschließende molekulargenetische Untersuchung gebeten. Die Abgleiche der potenziellen Angehörigen lagen bereits vor. 2013, nach 69 Jahren Liegezeit, konnten die Gebeine der vier nacheinander im Ganzen geborgen und ins Institut für Rechtsmedizin nach Hamburg gebracht werden. Nur eine der vier Bestattungen war vollständig erhalten. Bei der Umbettung 1964 wurden die Überreste in Leichensäcke aus Plastik verpackt. Diese waren damals Feuchtigkeit ausgesetzt, sodass sich die ohnehin bereits fragmentierten und verbrannten Knochen jahrzehntelang in feuchtem Milieu aufgehhalten haben. Trotz mehrfacher Extraktionen und Analysen ließen sich keine reproduzierbaren Ergebnisse erzeugen, da der Degenerationsprozess der DNA zu weit fortgeschritten war (Jopp-van Well et al. 2015a).

### 5.5.3 Kurz-Kasuistik 3 – Alberto und die Italiener

Im Jahr 1943 wurden italienische Militärinternierte von der deutschen Wehrmacht festgenommen und 1944 zur Zwangsarbeit nach Bensberg verbracht. Dort starben einige Zwangsarbeiter bei einem alliierten Bombenangriff 1945, kurz vor Ende des Krieges, darunter auch Alberto R., der durch einen Granatsplitter in die Brust getroffen wurde. Ein Freund nahm die wenigen Habseligkeiten Albertos an sich, um sie im selben Jahr der Ehefrau und der Familie zu überreichen. Alberto wurde zusammen mit 15 weiteren Toten, darunter zehn Unbekannte, in Bensberg beigesetzt. Albertos Familie versuchte seitdem, Informationen über den Verbleib der Gebeine Albertos herauszufinden. Durch ein Schreiben des Vatikans erfuhren sie, dass Alberto und die neun weiteren Unbekannten 1958 nach Hamburg Öjendorf, zur italienischen Gedenkstätte, die eigens dafür errichtet wurde, überführt worden waren. Erst im Jahre 2000 erfuhr der Sohn Albertos, welche zehn der 6000 Gräber auf diesem Friedhof die Gräber der zehn Unbekannten aus Bensberg waren. 2014 erteilte das italienische Generalkonsulat den Auftrag zur Exhumierung der zehn Unbekannten zu Identifizierungszwecken. Die zehn Soldatenskelette wurden je einzeln exhumiert und lagen jeweils in sehr gutem Zustand in einer Gebeinekiste im sandigen Boden, der bei der Anlage in den 1950er-Jahren aufgeschüttet wurde. Unter anderem nahmen auch Albertos Sohn Franco und dessen Sohn an den Exhumierungen teil. Bei allen zehn Soldaten wurden DNA-Analysen durchgeführt und mit der von Franco verglichen. Auch wenn manche Allele der DNA ausfielen, war es trotz 68 Jahren Erdlagerung durch mehrfache Wiederholung der Analysen möglich, diesen Vergleich zu ziehen. Eine Übereinstimmung konnte mit der DNA von Alberto festgestellt werden. Eine Y-chromosomale Untersuchung deutete auf die gleiche männliche Erblinie von Franco und Alberto.

Albertos Gebeine wurden 2015 zurück in seinen Heimatsort, nach Perugia überführt und unter großer Anteilnahme neben seiner, 1986 verstorbenen, Ehefrau, beigesetzt (Jopp-van Well et al. 2015a, 2016).

## 5 Kleiner Exkurs: Dumping, Zerstückelung und Exhumierungen

---

Eine Identifizierung von Langzeitvermissten jeder Hinsicht und deren Rückführung bringt den Angehörigen etwas Frieden und hilft bei der Konfliktbewältigung. Nicht immer ist eine Aufklärung des Falles möglich.

Ohne die ehrenamtlichen Mitarbeiter von diversen e.V. in Deutschland, die Zeitzeugen und die unendliche Ausdauer der Hinterbliebenen würde man wahrscheinlich nur zufällig auf einen von vermuteten 1.700 Kriegsvermissten in Deutschland stoßen.

*„Es hat sich bewährt, dass überregionale Experten im Hinblick auf die Quellenlage, die professionelle Bergung, die anthropologische Beurteilung, die rechtsmedizinische Rekonstruktion und die Identifikation eng kooperieren“* (Jopp-van Well et al. 2015b, S. 195).

### 6 Zusammenfassung

*„In jüngster Zeit wird der Gerichtsmediziner infolge der lebhaften Bautätigkeit immer häufiger zur Begutachtung von Skeletten, Schädeln oder auch nur Knochenfragmenten herangezogen“ (Hunger & Leopold 1978, S. 49).*

Die Aussage von Hunger und Leopold aus dem Jahre 1978 ist heute noch aktuell. Knochen wurden in Hamburg und Umgebung vor allem auf Baustellen gefunden. Diese sind jedoch aufgrund vieler alter Grabstätten meist historisch und daher forensisch zu vernachlässigen. Üblicherweise wird im privaten Umfeld selten so großflächig und tief gegraben wie auf Baustellen. Dennoch finden auch im häuslichen Umfeld beim Umgestalten des eigenen Gartens diverse Entdeckungen statt. Dabei handelt es sich oft um Schlachtabfall, manchmal auch um menschliche Knochen. Rezente menschliche Knochen wurden meist an anderen Stellen entdeckt, wie beispielsweise in einem Saugbagger, in diversen Waldstücken, auf Feldwegen, bei Arbeiten an öffentlichen Gärten oder sie werden aus dem Wasser geangelt.

1980–1990 wurden insgesamt 46 Gutachten für Knochenfunde verfasst, 1991–2000 waren es bereits 69. Seit dem Jahr 2000 ist eine forensische Anthropologin fest am Institut für Rechtsmedizin in Hamburg angestellt, was möglicherweise den Anstieg auf 178 Knochenfunde von 2001–2010 erklären könnte.

Die reelle Zahl der Knochenfunde, die im Institut für Rechtsmedizin Hamburg eingeliefert wird, ist dennoch überschaubar. Wie viele Fälle es tatsächlich sind, ist aus folgenden Gründen unmöglich nachzuvollziehen:

- Es besteht eine hohe Dunkelziffer bei Knochenfunden auf Baustellen, aufgrund eines bei einer Meldung folgenden Baustopps und der resultierenden Kosten.
- Fund wird nicht gemeldet, da dieser privat mitgenommen wird.
- Laie hält den Fund nicht für einen Knochen oder für unwichtig.
- Behörde/Polizei/Laie hält den Knochen nicht für rezent oder menschlich.

## 6 Zusammenfassung

---

Im Gegensatz zur Verfahrensweise vor einigen Jahren wird ein Knochenfund heute nur dann eingehend untersucht, wenn ein Verbrechen vorgelegen hat, eine vermisste Person mit den Knochen in Einklang gebracht werden kann oder der Fund am Fundort in Bezug auf die Umstände besonders ungewöhnlich erscheint. Selbstverständlich erfolgt zudem eine Untersuchung, wenn der Fund archäologische Besonderheiten in sich birgt. Es wird beispielsweise nicht bei jedem vorhandenen Röhrenknochen die Körperhöhe gemessen, es sei denn, es gibt einen gezielten Auftrag.

Sofern diese Knochen rezent und menschlich sind, erfolgen alle beauftragten Untersuchungen im Institut für Rechtsmedizin in Hamburg mit alten und neuen Methoden.

Tierknochen können in der Regel schnell und sicher identifiziert und somit verworfen werden. Um eine Fundsituation beschleunigt zu bearbeiten, genügten häufig schon detaillierte Fotoaufnahmen, die zunächst per E-Mail gesendet wurden, um die Spezies zu bestimmen.

Die fortschreitende Technik und die daraus resultierenden Möglichkeiten können eine Diagnostik weitestgehend beschleunigen. Neue Techniken zur Verbesserung der Geschlechts-, Körperhöhen-, Alters- und Liegezeitbestimmung werden entwickelt und stets optimiert.

Somit ist es ratsam, einen erfahrenen forensischen Anthropologen oder einen speziell weitergebildeten Rechtsmediziner die Diagnostik begleiten zu lassen, um möglichst frühzeitig die fachlich angemessenen Untersuchungsmethoden in Erwägung zu ziehen. Jeder Fund muss zunächst professionell makroskopisch analysiert werden, dadurch erübrigen sich in manchen Fällen weitere Folgeuntersuchungen.

*„Wenn angeführt wird, dass durch verbesserte Diagnostik zu Lebzeiten alle Fragen durch moderne Technik und Labor bereits geklärt sind, so ist dies sicher ein Trugschluss. Nach wie vor führen Sektionen zu überraschenden, zuvor nichtdiagnostizierten Befunden“ (Püschel 2016, S. 117).*

### Abstract

*“Due to recently increased construction activity, requests for a coroners’ expertise regarding found skeletons, skulls, and fragments of human bones are ever increasing”* (Hunger & Leopold 1978, S. 49).

This statement by Hunger and Leopold from 1978 is still valid. In Hamburg and its surroundings, almost all bones were found on construction sites. Most of them were from burial slots, are therefore historical, and considered forensically negligible.

Digging activities are usually far less extensive in private environments compared to commercial sites. Nevertheless, private findings, for example during gardening, still occur. Mostly the findings are slaughterhouse waste, but sometimes human bones are found.

The majority of recent human bone discoveries were found in other locations, such as the forest, on field paths, in a suction dredge, or found during private gardening or whilst fishing.

From 1980–1990, there were 46 reports of bone-findings; from 1991–2000 further 69 reports; from 2001 to 2010 another 178 reports. Since the year 2000, a forensic anthropologist has been employed at the *Institut für Rechtsmedizin* in Hamburg, which may explain the marked increase in bone-findings during the following decade.

The realistic number of bone-findings entering the *Institut für Rechtsmedizin* in Hamburg is manageable. The total amount of all cases, including the estimated number of unreported cases, is difficult to trace because

- Bone findings on construction sites cause works to cease which leads to many findings going potentially unreported.
- Potential finds are unreported because they are kept privately.
- A layman may not recognize a bone for what it is, or see a found bone as unimportant.
- The public authorities/ police/ layman do not recognize the bone as recent or human.

## 6 Zusammenfassung

---

In contradiction to the past years, a contemporary finding will only be examined in more detail if there is a suspected link to crime or a missing person, if the bone is found under suspicious circumstances, or if the bone is found in a location that is deemed abnormal. Bone-findings of suspected archeological significance are also reported. Only when instructed by prosecution are details such as the height of a person calculated from the bones that enter the institute.

As long as bones are recent and human, all instructed examination will be evaluated with both new and old methods in the *Institut für Rechtsmedizin* in Hamburg.

Animal bones are usually easy to identify, and can be quickly rejected. To increase evaluation efficiency, detailed photo-analysis, sent via email, is sufficient to determine the species to which the bone belongs.

The rapid rate of technological advancements and improvements allow for faster diagnostics. New technologies optimizing specification of gender-, height-, age- and postmortem interval are in constant development and will continue to be optimized further. With this in mind, the involvement of a forensic anthropologist or coroner in diagnostics is strongly recommended to guide the leading investigations. First, every discovery needs professional macroscopic analysis. In some cases, more intense evaluation will become obvious.

*“If stated, that improved diagnostic during lifetime answers all question through modern technology and laboratory, this is obviously a false conclusion. It is still valid that sections lead to surprising findings, which were not expected and diagnosed before”* (Püschel 2016, S. 117).

### 7 Literaturverzeichnis

- Acsádi G, Nemeskéri J (1970) Determination of sex and age from skeletal finds. In: History of human life span and mortality. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Adjei J (2010) Kriminelle Leichenzerstückelung -retrospektive Beobachtungsstudie-. Med. Dissertation. Universität Hamburg.
- Agha M (2009) Ermittlung neuer Parameter zur morphognostischen und morphometrischen Geschlechtsbestimmung am menschlichen Becken. Dissertation. Universität Aachen.
- Alt K, Röder B (2009) Geschlechtsbestimmung am Skelett. In: Zwischen Diskursanalyse und Isotopenforschung – Methoden der archäologischen Geschlechterforschung. U. Rambuschek (Hrg.), FemArcEdition Ausg., Bd. 8, Waxmann, Münster.
- Alt K, Brandt G, Knipper C, Lehn C (2014) Empfehlungen für die Probenentnahme in der forensischen Anthropologie. Rechtsmedizin 24:179-185.
- Alt K, Held P, Nicklisch N (2013) Forensische Feldmethoden. Rechtsmedizin 23:85-91.
- Anders S, Heinemann A, Schmoldt A, Püschel K (2000) Tod im Drogenmilieu – "Dumping" und "Body packer". Rechtsmedizin 10:153-158.
- Anders S, Sperhake J, Andresen H, Weldtmann K, Püschel K (2005) Das Fach Rechtsmedizin und die neue Approbationsordnung für Ärzte – Das Hamburger Konzept. Rechtsmedizin 15:167-172.
- Aspöck E, Fera M (2015) 3D-GIS für die taphonomische Auswertung eines wiedergeöffneten Körpergrabes. [Online im Internet.] URL: [https://www.researchgate.net/publication/280085120\\_3D-GIS\\_fur\\_die\\_taphonomische\\_Auswertung\\_eines\\_wiedergeöffneten\\_Körpergrabes](https://www.researchgate.net/publication/280085120_3D-GIS_fur_die_taphonomische_Auswertung_eines_wiedergeöffneten_Körpergrabes) [Stand: 27.03.2017].
- Ayers L (2010) Differential decomposition in terrestrial, freshwater, and saltwater Environments: A pilot study. Dissertation. Texas State University San Marcos.
- Bajanowski T. (o.J.) Institute Deutschland. [Online im Internet.] URL: <http://www.dgrm.de/institute/deutschland/> [Stand: 12.03.2017].

## 7 Literaturverzeichnis

---

- Bass W (1995) Human osteology: A laboratory and field manual of the human skeleton. Missouri Archaeological Society, Bd. 4, Columbia MO.
- Bauer M. (2016) Pionierpflanze. [Online im Internet.] URL: <http://www.uni-protokolle.de/Lexikon/Pionierart.html> [Stand: 11.01.2017].
- Bauer M, Etzel M, Patzelt D, Hunsaker D, Hunsaker J (2007) Rechtsmedizinische Versorgungsstrukturen im US Bundesstaat Kentucky – Ein Systemvergleich –. Rechtsmedizin 17:35-140.
- Becker S, Dreßler J, Thiele K, Labudde D (2016) Gesichtswichteilrekonstruktion mithilfe einer Open-Source-Software. Rechtsmedizin 26:83-89.
- Bonte W, Mayer R (1973) Analyse von Sägespuren bei krimineller Leichenzerstückelung. Rechtsmedizin 72(3):180-193.
- Brandt G, Knipper C, Roth C, Siebert A, Alt K (2010) Beprobungsstrategien für aDNA und Isotopenanalysen an historischem und prähistorischem Skelettmaterial. In: Anthropologie, Isotopie und DNA. 2. Mitteldeutscher Archäologentag vom 08. bis 10. Oktober 2009 in Halle (Saale). H. Meller, K. Alt (Hrg.) Bd. 3, Halle.
- Breitinger E (1990) Sulcus praeauricularis und Sulcus praesymphysialis als Fertilitätszeichen. In: Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie A für Mineralogie und Petrographie, Geologie und Paläontologie, Anthropologie und Prähistorie. Naturhistorisches Museum Wien, Bd. 91, 63-78
- Brinkmann B (2004) Forensische DNA-Analytik. Deutsches Ärzteblatt 101(34-35):A 2329-2335.
- Brooks S, Suchey J (1990) Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. Human evolution 5(3):227-238.
- Burrath S (2007) Rekonstruktion der Gesichtswichteile auf dem Schädel. In: Biologische Spurenkunde : Kriminalbiologie. B. Herrmann, K. Saternus (Hrg.) Bd. 1, Springer, Berlin, Heidelberg, 145-167.

## 7 Literaturverzeichnis

---

- Cakir G, Cakir A (2006) Neufassung DIN 33402, Aktualisierte Körpermaße - Auswirkungen auf die Produktgestaltung von Büromöbeln und die Arbeitsplatzgestaltung im Büro- und Verwaltungsbereich. Ergonomic Institut. [Online im Internet.] URL: [http://ergonomic.de/wp-content/uploads/2015/03/neufassung\\_din\\_33402-1.pdf](http://ergonomic.de/wp-content/uploads/2015/03/neufassung_din_33402-1.pdf) [Stand: 23.01.2017].
- Centers for Disease Control and Prevention (2014) Coroner/Medical Examiner Laws. [Online im Internet.] URL: <https://www.cdc.gov/phlp/publications/coroner/kentucky.html> [Stand: 06.01.2017].
- Centers for Disease Control and Prevention (2016) Coroner Training Requirements. [Online im Internet.] URL: <https://www.cdc.gov/phlp/publications/coroner/training.html> [Stand: 10.03.2017].
- Cueni A (1992) Methoden der Altersbestimmung am menschlichen Skelett. In: Mitteilungen des historischen Vereins des Kantons Schwyz 84:47-52.
- Danner B (2006) Kernwaffen-induziertes Radiocarbon (14C) und die Liegezeitbestimmung von menschlichen Skelettresten. Med. Dissertation. Universität Ulm.
- Dettmeyer R, Verhoff M (2011) Rechtsmedizin (Springer Lehrbuch). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Deutsche Post DHL Group (2014) Allgemeine Geschäftsbedingungen der Deutschen Post AG. [Online im Internet.] URL: [www.dhl.de](http://www.dhl.de): <https://www.dhl.de/content/dam/dhlde/downloads/pdf/dhl-agb-brief-national-072014.pdf> [Stand: 23.03.2017].
- Deutscher Wetterdienst (2017) Archiv Monats- und Tageswerte . [Online im Internet.] URL: <http://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/klarchivtagmonat.html?nn=16102> [Stand: 13.01.2017].
- DGRM (2012) Regeln zur Durchführung der ärztlichen Leichenschau, Leitlinien. [Online im Internet.] URL: [http://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/054-002l\\_S1\\_Leichenschau\\_2013-01.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/054-002l_S1_Leichenschau_2013-01.pdf) [Stand: 22.03.2017].

## 7 Literaturverzeichnis

---

- dpa (2011) Leichenteile in Boberg. [Online im Internet.] URL:  
<http://www.bergedorfer-zeitung.de/bergedorf/article112602200/Leichenteile-in-Boberg-Polizei-fahndet-im-TV.html> [Stand: 27.03.2017].
- dpa (2013) Totes Baby nach 25 Jahren identifiziert. [Online im Internet.] URL:  
<http://www.welt.de/regionales/hamburg/article120761053/Totes-Baby-nach-25-Jahren-identifiziert.html> [Stand: 02.02.2017].
- Edler C, Wilke N, Püschel K, Schmidt H (2016). Leichenzerstückelungen. Spezielle phänomenologische und gerontopsychiatrische Aspekte. Rechtsmedizin 26:520-525.
- Elliott M, Collard M (2009) Fordisc and the determination of ancestry from cranial measurements. Biol. Lett. 5:849-852.
- Ferembach D, Schwidetzky I, Stoukal M (1979) Empfehlung für Alters- und Geschlechtsdiagnose am Skelett. Homo 30:289-321.
- Först E (2016) Bodendenkmalpflege, Interview per E-Mail. Wiss. Leit. Bodendenkmalpflg. Archäologisches Museum Hamburg.
- Friedrich P (April 2015) Knochenfund und Identifikation, Interview. Hamburg, LKA 41.
- Froitzheim N (2015) Zahnreport 2015. [Online im Internet.] URL:  
[http://www.dentalmagazin.de/news/Staedter-bekommen-haeufiger-Kronen-eingesetzt\\_290081.html#2](http://www.dentalmagazin.de/news/Staedter-bekommen-haeufiger-Kronen-eingesetzt_290081.html#2) [Stand: 20.03.2017].
- García, O (2016) Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen §6. [Online im Internet.] URL: <https://dejure.org/gesetze/VOB-B/6.html> [Stand: 12.01.2017].
- Gehring W (2015) Füllungstherapie. DocMedicus. [Online im Internet.] URL:  
[http://www.zahngesundheit-online.com/Fuellungstherapie/Fuellungstherapie\\_Index/](http://www.zahngesundheit-online.com/Fuellungstherapie/Fuellungstherapie_Index/) [Stand: 20.03.2017].
- Gerassimow M (1968) Ich suchte Gesichter – Schädel erhalten ihr Antlitz zurück, Wissenschaft auf neuen Wegen. C.Bertelsmann, Gütersloh.
- Gortan B (2009) Deutsche Reihenmessung SizeGERMANY. [Online im Internet.] URL: [http://www.hohenstein.com.tr/media/pdf/449-DE\\_449\\_13\\_SizeGERMANY\\_Abschluss\\_2009\\_31808.pdf](http://www.hohenstein.com.tr/media/pdf/449-DE_449_13_SizeGERMANY_Abschluss_2009_31808.pdf) [Stand: 26.03.2017].

## 7 Literaturverzeichnis

---

- Graw M, Dietzel M, Grupe G.(2009) Geschlechtsdiagnose am kindlichen Felsenbein. In: Das Kind in der Forensischen Medizin – Festschrift für Wolfgang Eisenmenger. O. Peschel, E. Mützel, R. Penning, Ecomed (Hrg.) Landsberg/Lech, 257-262.
- Graw M, Wahl J, Ahlbrecht M (2005) Course of the meatus acusticus internus as criterion for sex differentiation. *Forensic Science International*. 147:113-117.
- Grupe G, Christiansen K, Schröder I, Wittwer-Backofen U. (2012a) Einführung. In: *Anthropologie – Einführendes Lehrbuch*. Bd. 2, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 11ff.
- Grupe G, Harbeck M, McGlynn G (2015a) Erhaltungsgrad archäologischer Skelettfunde. In: *Prähistorische Anthropologie*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 96-100.
- Grupe G, Harbeck M, McGlynn G (2015b) Diagnose biologischer Basisdaten. In: *Prähistorische Anthropologie*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 101f.
- Grupe G, Harbeck M, McGlynn G (2015c) Geschlechtsbestimmung. In: *Prähistorische Anthropologie*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 254-265.
- Grupe G, Harbeck M, McGlynn G (2015d) Bestimmung des Sterbealters. In: *Prähistorische Anthropologie*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 265-279.
- Grupe G, Harbeck M, McGlynn G (2015e) Gebiss und Zahnhalteapparat. In: *Prähistorische Anthropologie*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 300-315.
- Grupe G, Harbeck M, McGlynn G (2015f) Paläopathologie. In: *Prähistorische Anthropologie*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 353-389.
- Grupe G, Harbeck M, McGlynn G (2015g) Stabile Isotope: Aussagemöglichkeiten und Grenzen. In: *Prähistorische Anthropologie*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 429-477.
- Grupe G, Christiansen K, Schröder I, Wittwer-Backofen U (2012b) Lebenszyklus. In: *Anthropologie – Einführendes Lehrbuch*. Bd. 2, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 307-414.
- Harbeck M (2014) Anleitung zur standardisierten Skelettdokumentation in der Staatssammlung für Anthropologie und Paläoanatomie München. [Online im Internet.]. URL: <http://www.sapm.mwn.de/attachments/article/249/AnleitungSkelettdokumentation2014.pdf> [Stand: 06.02.2016].

## 7 Literaturverzeichnis

---

- Haßmann H (2015) Flugzeuge als archäologische Denkmale?!  
Bodendenkmalpflegerischer Umgang mit Relikten aus dem Zweiten Weltkrieg. *Denkmalpflege in Niedersachsen* 35:174-179.
- Hausmann R, Liebler M, Schellmann B (1997) Zur Personenidentifikation mittels Zahnstatus – Quantität und Qualität zahnärztlicher Befunddokumentation. *Rechtsmedizin*. 7:86-89.
- Herrmann B, Grupe G, Hummel S, Piepenbrink H, Schutkowski H (1990) *Prähistorische Anthropologie: Leitfaden der Feld- und Labormethoden*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Herrmann B, Grosskopf B, Fehren-Schmitz L, Schoon, R (2007) Knochen als Spureenträger. In: *Biologische Spurenkunde: Kriminalbiologie*. B. Herrmann, K. Saternus (Hrg.) Bd. 1, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 115-144.
- Holz F, Birngruber C, Verhoff M (2015) Prä-oder perimortale Knochentraumata vs. postmortale Defekte – Grundlagen der Differenzierung. *Archiv für Kriminologie* 236(1/2):51-63.
- Horchlacher S (2013) Leonardo da Vincis vitruvianischer Mensch. [Online im Internet.] URL: <http://www.wissen.de/comment/25731> [Stand: 10.03.2017].
- Hüneke A (2015) Es muss alles seine Ordnung haben. Juristische Stolperfallen bei einem allzu verständlichen Anliegen. *Denkmalpflege in Niedersachsen* 35:180-181.
- Hunger H, Leopold D (1978) *Identifikation*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Institut für Rechtsmedizin, München (o.J.) *Stabilisotopenanalyse: Grundlagen – Datenbank – Forschung*. [Online im Internet.] URL: [www.rechtsmedizin.med.uni-muenchen.de/wissenschaft/stabilisotopenanalyse/index.html](http://www.rechtsmedizin.med.uni-muenchen.de/wissenschaft/stabilisotopenanalyse/index.html) [Stand: 10.01.2017].
- Isan M (1981) Concepts in teaching forensic anthropology. *Med Anthropol Newl.* 13:10-12.
- Jopp E, auf der Mauer M, Püschel K, Säring D (2012) Virtuelle Rekonstruktion von Knochenbrüchen nach Zerstückelung. *Rechtsmedizin* 23(1): 1-4.
- Jopp E, Fuhrmann A, Reese F, Püschel K (2009) Inkakind in Norddeutschland? Dubioser Schädelfund. *Rechtsmedizin* 19:235-238.

## 7 Literaturverzeichnis

---

- Jopp E, Püschel K, Bauerochse A. (2008) Forensisch-anthropologische Untersuchungen am "Mädchen aus dem Uchter Moor". In: "Moora", das Mädchen aus dem Uchter Moor: eine Moorleiche der Eisenzeit aus Niedersachsen. A. Bauerochse, H. Haßmann, K. Püschel (Hrg.) Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westf., 61-75.
- Jopp E, Püschel K, Warschke C (2014) Identifizierung eines exhumierten unbekanntes Säuglings mittels DNA-Analyse. Archiv für Kriminologie 233:203-209.
- Jopp E, Schröder I, Püschel K (2007a) Empirische Studie zur Altersbestimmung am Beckenknochen. Rechtsmedizin 17:306–310.
- Jopp E, Schröder I, Püschel K (2007b) Empirische Studie zur Geschlechtsbestimmung am Beckenknochen. Rechtsmedizin 17:311-314.
- Jopp-van Well E, Augustin C, Krebs O, Püschel K (2015a) Exhumierungen/Identifikation von Soldaten aus dem Zweiten Weltkrieg. Denkmalpflege in Niedersachsen 35:182-187.
- Jopp-van Well E, Gehl A, Säring D, Amling M, Hahn M, Kettner A, Püschel K (2015b) Flugzeugabstürze-Späte Bergung von Piloten aus dem Zweiten Weltkrieg in Norddeutschland. Denkmalpflege in Niedersachsen 35:188-195.
- Jopp-van Well E, Gehl A, Säring D, Amling M, Hahn M, Sperhake J, Püschel K (2016) Rekonstruktive Untersuchungen und Identifikationsmaßnahmen bei unbekanntes Soldaten aus dem Zweiten Weltkrieg. Archiv für Kriminologie 5/6:153-171.
- Kerley E. R (1965) The microscopic determination of age in human bone. American journal of physical anthropology 2(23):149-163.
- Kettner M, Graw M, Schmidt P (2013) Moderne Technologien in der forensischen Anthropologie. Rechtsmedizin 23:92-96.
- Klein A, Schulz F, Püschel K (2015) Forensische Pädopathologie – Schwierigkeiten der äußeren Leichenschau im Fall eines außergewöhnlichen Funds an der Elbe. Praktische Pädiatrie 21(3):168-17.
- Klitzsch M (2017) Weißtorf & Schwarztorf. [Online im Internet.] URL: <http://www.hausgarten.net/gartenpflege/bodenpflege/weisstorf-und-schwarztorf.html> [Stand: 27.03.2017].

## 7 Literaturverzeichnis

---

- Knußmann R (1980) Vergleichende Biologie des Menschen, Lehrbuch der Anthropologie und Humangenetik. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- Kolencherry T, Ramsthaler F, Obert M, Birngruber C, Kreutz, K, Verhoff M (2010) Körpergrößenschätzung und Geschlechtsdiskrimination – Messung des maximalen Längs- und Querdurchmessers des Schädels. Rechtsmedizin 20:496-503.
- Kragh T, Holley S, Kirchhoff S, Fischer F, Grupe G, Graw M (2011) Forensisch-anthropometrischer Methodenvergleich. Rechtsmedizin 21:445-451.
- Krebs O (2016) DNA, STR, DNA Extraktion. Interview am 20.07.2016. Hamburg.
- Kreutz K (2016) Institut für Forensische Anthropologie. [Online im Internet.] URL: <http://www.forens.de/> [Stand: 12.03.2017].
- Kreutz K, Verhoff M (2002) Forensische Anthropologie – Einführung in die Forensische Anthropologie. Lehmanns Media - LOB.de, Berlin.
- Kreutz K, Verhoff M (2007) Forensische Gesichtsrekonstruktion – Identifizierung bei Skelettfunden. Deutsches Ärzteblatt 104(17):1160-1165.
- Labor Leibniz Institut (2015) Radiokarbonmethode. [Online im Internet.] URL: <http://www.leibniz.uni-kiel.de/de/ams-14c-labor/radiokarbonmethode> [Stand: 10.03.2017].
- Landesärztekammer Hessen (2016) Weiterbildungsordnung. [Online im Internet.] URL: [https://www.laekh.de/images/Aerzte/Weiterbildung/WBO\\_2005\\_10.pdf](https://www.laekh.de/images/Aerzte/Weiterbildung/WBO_2005_10.pdf) S. 54f [Stand: 12.03.2017].
- Landesregierung der Freien und Hansestadt Hamburg (2007) Denkmalschutzgesetz §18. [Online im Internet] URL: <https://www.hamburg.de/contentblob/176820/data/denkmalschutzgesetz.pdf> [Stand: 24.03.2017].
- Lehn C, Graw M (2012) Wie viel Regionalität steckt in Körpergewebe? Isotopenmethoden zur geografischen Herkunftsbestimmung von unbekanntem Toten. Rechtsmedizin 22:99-105.
- Lehn C, Graw M (2014) Stabilisotopenanalysen an Körpergeweben von unbekanntem Personen – Grundlagen, Probennahme, Analysen, Interpretation. Rechtsmedizin 24:129-143.

## 7 Literaturverzeichnis

---

- Lehn C, Graw M (2016) Identifizierung einer skelettierten "Kofferleiche" aus Berlin. *Rechtsmedizin* 26(5):429-435.
- Leipner E (o.J.) Frosthub, Freie Universität Berlin. [Online im Internet.] URL: [http://www.geo.fu-berlin.de/v/pg-net/geomorphologie/periglazialmorphologie/Periglaziale\\_Prozesse/Frosthub/index.html](http://www.geo.fu-berlin.de/v/pg-net/geomorphologie/periglazialmorphologie/Periglaziale_Prozesse/Frosthub/index.html) [Stand: 24.03.2017].
- Lenzen D (2012a) Neufassung der Prüfungsordnung.Fachbereich Biologie, Bachelor. [Online im Internet.] URL: <https://www.biologie.uni-hamburg.de/studium/download/bachelor/rpo.pdf> [Stand: 06.01.2017].
- Lenzen D (2012b) Neufassung der Prüfungsordnung. Biologie, Master. [Online im Internet.] URL: <https://www.biologie.uni-hamburg.de/studium/download/master/po-msc.pdf> [Stand: 06.01.2017].
- Lessig R, Benthaus S (2003) Forensische Odontostomatologie. *Rechtsmedizin* 13:161-169.
- Madea B (2007) Praxis Rechtsmedizin – Befunderhebung, Rekonstruktion, Begutachtung (2. Ausg.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Madea B (2015) Rechtsmedizin – Befunderhebung, Rekonstruktion, Begutachtung (3. Ausg.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Mann R, Bass W, Meadows L (1990) Time since death and decomposition of the human body; Variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Sciences* 35(1):103-111.
- Milz S, Boszczyk A, Putz R (2002) Entwicklung und funktionelle Struktur der Epiphysenfugen. *Orthopäde* 31:835-840.
- Müller C (2008) Kasseler Massengrab – Langsame Zersetzung im Liegemilieu. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*. 7-9. [Online im Internet.] URL: <http://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/kasseler-massengrab-langsame-zersetzung-im-liegemilieu-1513377.html> [Stand: 10.03.2017].
- Nemeskéri J, Harsányi L, Acsádi, G (1960) Methoden zur Diagnose des Lebensalters von Skelettfunden. *Anthropologischer Anzeiger* 24(1):70-95. [Online im Internet.] URL: <http://www.jstor.org/stable/29537394> [Stand: 10.03.2017].

## 7 Literaturverzeichnis

---

- Oestern H (2008) Traumatologie – Frakturenlehre. In: Duale Reihe Chirurgie. D. Henne-Bruns, B. Kremer, M. Dürig (Hrg.) (3. Ausg.) Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, 731-750.
- Ohlrogge S, Christiansen K, Orschiedt J, Püschel K (2007) Blindstudie zur plastischen Gesichtrekonstruktion. Rechtsmedizin 17:326-328.
- Ortner D (2003) Identification of pathological conditions and human skeletal remains. Academic Press, Amsterdam, Boston, New York.
- Ousley S, Jantz R (2013) Fordisc 3. Rechtsmedizin. 23:97-99.
- Paulsen F, Tillmann B (2010) Organe des Bewegungsapparates. In: Anatomie. K. Zilles, B. Tillmann (Hrg.) Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 75-307.
- Püschel K (2016) Lehre und Forschung an Verstorbenen. Rechtsmedizin 26:115-119.
- Püschel K, Koops E (1987a) Zerstückelung und Verstümmelung. Archiv für Kriminologie 1 180:28-40.
- Püschel K, Koops E (1987b) Zerstückelung und Verstümmelung. Archiv für Kriminologie 2 180:88-100.
- Püschel K, Bauerochse A, Fuhrmann A, Hummel S, Jopp E, Kettner A, Schmidt K (2005) Rechtsmedizin, Anthropologie und Archäologie. Rechtsmedizin 15:202-205.
- Püschel K, Kettner A, Jopp E (2008) Polizei und Rechtsmedizin auf Irrwegen – Kein Fall für die Mordkommission sondern eine archäologische Sensation. In: "Moor", das Mädchen aus dem Uchter Moor: eine Moorleiche der Eisenzeit aus Niedersachsen. A. Bauerochse, H. Haßmann, K. Püschel (Hrg.) Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westf., 35-45.
- Püschel K, Säring D, Käsemann P, Scheuermann S, Kreutz K, Ohlrogge S, Jopp E (2011) Interdisziplinäre Gesichtrekonstruktion einer Moorleiche. Rechtsmedizin 21:221-224.
- Rai B, Kaur J (2013) Evidence-based forensic dentistry. Springer-Verlag, Heidelberg, New York, Dordrecht, London.
- Ramsthaler F (2012) Forensisch anthropologische Schätzung des Sterbealters mit Hilfe digitalisierter Analyse der Transluzenz einwurzeliger Zähne. Dissertation. Universität Gießen.

## 7 Literaturverzeichnis

---

- Ring E (2017) Stratigraphie. [Online im Internet.] URL:  
<http://www.stadtarchaeologie-lueneburg.de/grab/technik.htm> [Stand:  
26.03.2017].
- Rodriguez W (1997) Decomposition of buried and submerged bodies. In Forensic Taphonomy: The postmortem fate of human remains. W. Haglung, M. Sorg (Hrg.) CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C.
- Rösing F (2017) Praxis Forensische Anthropologie. [Online im Internet.] URL:  
<http://www.praxisfora.de/kontakt.htm> [Stand: 10.03.2017].
- Rösing F, Graw M, Marré B, Ritz-Timme S, Rothschild M, Rötzscher K, Geserick, G (2005) Arbeitsgemeinschaft für Forensische Altersdiagnostik der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin- Empfehlungen für die forensische Geschlechts- und Altersdiagnose am Skelett. Rechtsmedizin 15:32-38.
- Rothschild M, Krug B, Riepert T (2001) Postmortale Röntgendiagnostik in der Rechtsmedizin. Rechtsmedizin 11:230-243.
- Rötzscher K (2000a) Identifikation. In: Forensische Zahnmedizin: Forensische Odonto-Stomatologie. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 139-174.
- Rötzscher K (2000b) Organisation der Personenidentifizierung. In: Forensische Zahnmedizin: Forensische Odonto-Stomatologie. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 175-180.
- Rötzscher K, Bedrich M, Jurisch R, Peitsch P (1998) Die elektronische Kennzeichnung von Zahnprothesen – ein Hilfsmittel zur Personenidentifikation. Rechtsmedizin 8:115-117.
- Scheuer L, Black S (2000) Chapter Two – Skeletal development and ageing. In: Developmental Juvenile Osteology. L. Scheuer, S. Black, A. Christie Hrg.) Elsevier, 4-17.
- Schmidt K, Bindl R, Bruchhaus H (2007) Körperhöschätzung an ausgewählten neolithischen und bronzezeitlichen Skeletten. Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie 13:51-69.
- Schumpelik V, Bleese N, Mommsen U (2006) Allgemeine Traumatologie. In: Kurzlehrbuch Chirurgie. Bd. 7, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 741-773.
- Schutkowski H (1993) Sex determination of infant and juvenile skeletons: I. Morphognostic features. Am J Phys Anthropol. 90(2):199-205.

## 7 Literaturverzeichnis

---

- Schwark T, Poetsch M, Preuße-Prange A, Harder M, Heinrich A, von Wurmb-Schwark N (2012) Molekulargenetische Identifizierung von Leichen. Rechtsmedizin 22:385-390.
- Siegmund F (2010) Die Körpergröße des Menschen in der Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas und ein Vergleich ihrer anthropologischen Schätzmethode. Books on Demand GmbH, Norderstedt.
- Suazo G, Zavando M, Smith R (2009) Sex determination in mandibles in the first year of life by a quantitative approach. Int.J.Morphol 27(1):113-116.
- Sumner G, Haines S (2011) Sphenobasilar junction. [Online im Internet.] URL: <https://cranialintelligence.com>:  
<https://cranialintelligence.com/2011/06/01/sphenobasilar-junction-sbj-fusion-a-flexible-skull-and-too-much-biomechanics/> [Stand: 18.03.2017].
- Szilvássy J, Kritscher H (1990) Bestimmung des individuellen Lebensalters beim Menschen mit Hilfe der Spongiosastruktur der Langknochen. Ann. Naturhist. Museum Wien 91:145-154.
- The University of Tennessee, Knoxville (2017) Fordisc Download. [Online im Internet.]URL:[https://secure.touchnet.com/C21610\\_ustores/web/store\\_main.jsp?STOREID=15&SINGLESTORE=true](https://secure.touchnet.com/C21610_ustores/web/store_main.jsp?STOREID=15&SINGLESTORE=true) [Stand: 21.03.2017].
- Trautmann, M. (2014) AG Forensische Anthropologie. Gesellschaft für Anthropologie e.V. [Online im Internet.] URL: <http://www.gfanet.de/node/10>. [Stand: 06.01.2017]. U.S. National Library of Medicine (2014) Medical examiner, Coroner. [Online im Internet.] URL: <http://www.nlm.nih.gov/visibleproofs/galleries/cases/examiner.html> [Stand: 12.03.2017].
- Ubelaker D (1978) Human skeletal remains: Excavation, analysis, interpretation. Taraxacum, Washington.
- Van der Burgt P (2016) Forensische Archäologie. Interview per E-Mail. Landesamt für Archäologie Sachsen.
- Verhoff M (2008) Forensische Osteologie – Problematische Fragestellungen. Lehmanns Media, Berlin.
- Verhoff M, Kreutz K (2004) Forensische Osteologie – Humanspezifität, Liegezeit und Verletzungsspuren. Rechtsmedizin 14:417-430.

## 7 Literaturverzeichnis

---

- Verhoff M, Kreutz K, Jopp E, Kettner M (2013) Forensische Anthropologie im 21. Jahrhundert – Bestandsaufnahme. Rechtsmedizin 23:79-84.
- Verhoff M, Kreutz K, Ramsthaler F, Schiwy-Bochat K (2006a) Forensische Anthropologie und Osteologie – Übersicht und Definitionen. Deutsches Ärzteblatt 103(12):782-788.
- Verhoff M, Obert M, Harth S, Reuß C, Karger B, Lazarova B, Traupe, H (2008) "Flat-Panel" – Computertomographie in der Rechtsmedizin. Rechtsmedizin 18:242-246.
- Verhoff M, Ramsthaler F, Krähhahn J, Gille R, Kage P, Kage S, Kreutz K (2006b) Digitale forensische Osteologie. Rechtsmedizin 17:29-34.
- Verhoff M, Schiwy-Bochat K, Kreutz K, Witzel C, Huckenbeck W, Ramsthaler F (2009) Das forensisch-osteologische Gutachten – formale Anforderungen aus rechtsmedizinischer Sicht. Rechtsmedizin 19:357-361.
- Verhoff M (2017) Deutsche Forschungsgemeinschaft. [Online im Internet.] URL: <http://gepris.dfg.de/gepris/projekt/161842608/ergebnisse> [Stand: 11.01.2017].
- Wiegand P, Rolf B (2003a) Analyse biologischer Spuren – Teil I: Funktionelle Blutspurenmorphologie, Körpersekrete, Haare. Detektions- und Nachweismethoden. Rechtsmedizin 13(2):103-111.
- Wiegand P, Rolf B (2003b) Analyse biologischer Spuren – Teil II: DNA Typisierung. Rechtsmedizin 13(6):357-381.
- wikimedia. (2014) FDI-Zahnschema. [Online im Internet.] URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FDI-Zahnschema.svg> [Stand: 26.01.2017].
- Witzel C (2014) Inkrementelle Strukturen im Schmelz der Milchzähne. Rechtsmedizin 24:165-171.
- Zimmer G (2009) Prüfungsvorbereitung Rechtsmedizin. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, NewYork.
- Zinka B, Kandlbinder R, Haas G, Schupfner R, Wolfbeis O, Graw M (2011) Radionuklidanalyse von  $^{228}\text{Th}$  und  $^{228}\text{Ra}$  – Neue Methode zur Liegezeitbestimmung. Rechtsmedizin 21:124-130.

## 8 Danksagung

---

### 8 Danksagung

Danke an meine Familie für die ihrerseits so selbstverständliche, immerwährende Unterstützung und Aufmunterung. Diese Dissertation ist Euch gewidmet.  
Danke, dass Ihr es mir möglich gemacht habt.

Danke an Herrn Professor Püschel für die Überlassung des Themas und Frau Jopp-van Well für die geduldige inhaltliche Unterstützung.

Danke an diejenigen, die ich interviewen und fragen durfte und an diejenigen, die mir mit ihrem Wissen geholfen haben.

### 9 Anhang

#### 9.1 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Schliffpräparat der Kompakta eines langen Röhrenknochen. Zufällig verteilte Osteone von a) Schaf, b) Hund, c) Schwein. d) Mensch mit gleichgroßen Osteonen und Havers'schen Kanälen, modifiziert nach Verhoff et al. (2006a, S. A784) .....	10
Abb. 2 Makroskopische Befunde am Knochen zum Ausschluss einer forensisch relevanten Erdliegezeit von 50 Jahren (Verhoff et al. 2006a, S. A784) .....	12
Abb. 3 Sulcus praeauricularis, weibliches Becken, linke Hüfte, modifiziert nach Agha (2009, S. 21) .....	21
Abb. 4 Lebensalter des Epiphysenverschlusses (Cueni 1992, S. 49 nach Ferembach et al. 1979) .....	24
Abb. 5 Sphenobasilarfuge (SBJ) (=Synchondrosis sphenobasilaris) (Sumner & Haines 2011) .....	24
Abb. 6 Unterschiede zweier Formeln von Rother, Penning und Riepert (Madea 2015, S. 151) .....	27
Abb. 7 Formeln von Breitinger, Pearson, Rother und Trotter zur Rekonstruktion der Körperhöhe, männlich und weiblich (Herrmann et al., 1990, S. 92f) .....	28
Abb. 8 Probenauswahl für Strontium-, Sauerstoff-, Kohlenstoff- und Stickstoffisotopenanalysen, modifiziert nach Alt et al. (2014, S. 183) .....	30
Abb. 9 Probenauswahl für genetische Analysen. Molaren (M) am besten geeignet, alternativ Prämolaren (PM) oder Canini (C). Ansonsten Röhrenknochen, modifiziert nach Alt et al. (2014, S. 182) .....	37
Abb. 10 Quadranten des Permanent- und Milchgebisses (Madea 2007, S. 71) .....	39
Abb. 11 Das FDI Zahnschema (wikimedia 2014) .....	39
Abb. 12 Überblick. Verteilung der Knochenfunde in Hamburg und Umgebung (www.googlemaps.de) .....	58
Abb. 13 Anzahl der Knochenfunde insgesamt über die jeweiligen Jahrzehnte (n=427) .....	60
Abb. 14 Überblick über die Knochenfundverteilung anhand der PLZ, Ausschnitt Hamburg (www.googlemaps.de) .....	61
Abb. 15 PLZ mit den häufigsten Knochenfunden .....	62
Abb. 16 Bezirke der Polizeikommissariate in Hamburg (n=8) plus Polizeipräsidium (und LKA) (www.googlemaps.de) .....	63
Abb. 17 Knochenfunde im Januar, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=17) .....	65
Abb. 18 Knochenfunde im Februar, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=16) .....	65
Abb. 19 Knochenfunde im März, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=38) .....	65
Abb. 20 Knochenfunde im April, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=50) .....	65
Abb. 21 Knochenfunde im Mai, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=44) .....	65
Abb. 22 Knochenfunde im Juni, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=42) .....	65
Abb. 23 Knochenfunde im Juli, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=48) .....	66
Abb. 24 Knochenfunde im August, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=39) .....	66

## 9 Anhang

---

Abb. 25 Knochenfunde im September, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=27) ...	66
Abb. 26 Knochenfunde im Oktober, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=41) .....	66
Abb. 27 Knochenfunde im November, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=27) ....	66
Abb. 28 Knochenfunde im Dezember, jeweils aufgeteilt in die betreffenden Jahrzehnte (n=20) ....	66
Abb. 29 Keine Angaben zu den Monaten des Fundes in den jeweiligen Jahrzehnten (n=18) .....	67
Abb. 30 Anzahl der Knochenfunde bei Bau-und Erdarbeiten (n=145) in den jeweiligen Jahrzehnten .....	67
Abb. 31 Anzahl der Knochenfunde bei Gartenarbeiten (n=46) in den jeweiligen Jahrzehnten .....	67
Abb. 32 Differenzierung der tatsächlichen (Knochen)funde in Mensch und Tier und weiteres (n=497) .....	71
Abb. 33 Geschlecht der Knochen (n=124) .....	72
Abb. 34 Geschätztes kalendarisches Alter der Individuen durch Knochenfunde (n=149) .....	73
Abb. 35 PMI, Historisch und Rezent (n=150) von 220 menschlichen Knochen .....	74
Abb. 36 PMI, 10-50 Jahre (n=70) von 220 menschlichen Knochen .....	75
Abb. 37 Knochenfundverteilung über die einzelnen Monate von 1980–2015 (n=427) .....	81
Abb. 38 Mittelwerte der Luft- Temperaturen der einzelnen Monate von 1980–2015, gemessen in Hamburg Fuhlsbüttel (Deutscher Wetterdienst 2017) .....	82
Abb. 39 Körperhöhe bei Männern – Vergleich 1980 und 2009 (Gortan 2009) .....	90
Abb. 40 Körperhöhe bei Frauen – Vergleich 1994 und 2009 (Gortan 2009) .....	90
Abb. 41 Gefundener Schädel (Abbildung aus einem Gutachten) .....	102
Abb. 42 Lichtbild Reinhard C. von 1970 (Abbildung aus einem Gutachten) .....	102
Abb. 43 Der aufgefundene Schädel in identischer Position mit dem Lichtbild (Abbildung aus einem Gutachten) .....	103
Abb. 44 Superimposition des Schädels mit dem Lichtbild (Abbildung aus einem Gutachten) .....	103
Abb. 45 Zeichnerische Rekonstruktion – Steffi Burrath (Püschel et al. 2011, S. 222) .....	107
Abb. 46 Digitale 2D-Rekonstruktion – Ursula Wittwer-Backofen (Püschel et al. 2011, S. 222) ....	107
Abb. 47 Digitale 3D-Rekonstruktion – Caroline Wilkinson (Püschel et al. 2011, S. 222) .....	107
Abb. 48 Plastische Rekonstruktion – Sabine Ohlrogge (Püschel et al. 2011, S. 222) .....	107
Abb. 49 Plastische Rekonstruktion – Kerstin Kreutz (Püschel et al. 2011, S. 222) .....	107
Abb. 50 „Kinderskelett“ (Abbildung aus einem Gutachten) .....	110
Abb. 51 <i>Dumping</i> fälle von 1988–1993 in und um Hamburg (n=77) .....	114
Abb. 52 <i>Dumping</i> – Geschlecht der Opfer (n=59), 1988–1993 .....	114
Abb. 53 <i>Dumping</i> – Alter der Opfer (n=59), 1988–1993 .....	115
Abb. 54 <i>Dumping</i> – BAK der Opfer (n=59), 1988–1993 .....	115
Abb. 55 <i>Dumping</i> – Alter der Einzeltäter (n=16), 1988–1993 .....	116

### 9.2 Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Geschlechtsdimorphe Merkmale, frei nach Rösing et al. (2005, S. 34) .....	18
Tab. 2 Korrelation zwischen Schädelmaße und Geschlecht, modifiziert nach Kolencherry et al. (2010, S. 502).....	20
Tab. 3 Wachstumsfugen des Schädels, vereinfacht aus Paulsen & Tillmann (2010, S. 109) .....	23
Tab. 4 Anhaltspunkte für das Individualalter am Skelett frei nach Verhoff et al. (2006b, S. 29) .....	25
Tab. 5 Geografische Information der Stabilisotopenhäufigkeitsverhältnisse von Bio- und Geoelementen in menschlichen Körpergeweben zur Darstellung regionaler Unterschiede, vereinfacht aus Lehn & Graw (2012, S. 100) .....	29
Tab. 6 Empfehlungen für die Probeentnahme, vereinfacht aus Lehn & Graw (2014, S. 138) .....	30
Tab. 7 Pathologische Knochenveränderungen, frei nach Grupe et al. (2015f, S. 355) .....	32
Tab. 8 Pathologische Knochenveränderungen am Skelett, frei nach Grupe et al. (2015f, S. 355) .	32
Tab. 9 Angaben durch den Zahnstatus, modifiziert nach Lessig & Benthaus (2003, S. 164) .....	38
Tab. 10 Vitale Reaktionen und makroskopisch sichtbare Befunde, modifiziert nach Holz et al. (2015, S. 52f).....	44
Tab. 11 Traumata und makroskopisch sichtbare Befunde, modifiziert nach Holz et al. (2015, S. 54) .....	45
Tab. 12 Defekte und makroskopisch sichtbare Befunde, modifiziert nach Holz et al. (2015, S. 55f) .....	46
Tab. 13 Lokalisation und Häufigkeit der Knochenfunde .....	62
Tab. 14 Direktion Polizeikommissariate (PK) Hamburg.....	63
Tab. 15 Anzahl der Knochenfunde über die Monate in den jeweiligen Jahrzehnten (n=427) .....	64
Tab. 16 Fundort der Knochen in den jeweiligen Jahrzehnten.....	68
Tab. 17 Finder der Knochen in den jeweiligen Jahrzehnten (n=427) .....	70
Tab. 18 Alle Knochenfunde in den jeweiligen Jahrzehnten (n=497).....	71
Tab. 19 Einteilung zur Diagnose des kalendarischen Alter an Knochen- und Skelettmaterial (n=149) (Knußmann 1980, S. 134), Grupe et al. 2015b, S. 101).....	72
Tab. 20 Lokalisation der Bauarbeiten .....	83
Tab. 21 Menschliche oder Tierische Knochen in Baustellen .....	85
Tab. 22 Menschliche oder Tierische Knochen in Gartenarbeiten .....	86
Tab. 23 <i>Dumping</i> – Geschlecht und Alter der Täter (n=59), 1988–1993.....	116
Tab. 24 Defensive Zerstückelungsfälle von 1988–1993 (n=4) ; k.A. = keine Angaben .....	117

## 10 Lebenslauf

---

### 10 Lebenslauf

Aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

## **11 Eidesstattliche Erklärung**

---

### **11 Eidesstattliche Erklärung**

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die vorliegende Dissertation selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Außerdem versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich bin damit einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einem gängigen Plagiatsprüfungsprogramm überprüft werden kann.

Unterschrift: im Original gezeichnet.