

# Zur Spurensuche an menschlichen Skeletten

MARIE HEUSCHKEL; SVEN BECKER; SASKIA JERAUFKE; CHRISTINA LUCAS;  
MARLEEN MOHAUPT; DIRK LABUDDE; TORALF KIRSTEN; BIRGIT GROSSKOPF

## Abstract

*Durch viele Einzelheiten, die Anthropologen durch logisches Aneinanderreihen einem Knochenpuzzle gleich Stück für Stück zusammensetzen, wird es möglich, aussagekräftige Rückschlüsse zu ziehen. Diese sind dabei behilflich, verstorbene Individuen oder Bevölkerungsgruppen und deren Lebensumstände zu rekonstruieren. Eine umfassende und nachhaltige Forschung einer Skelettsammlung geht jedoch über die direkte Untersuchung am Skelett hinaus. In dem Beitrag wird die Spurensuche an menschlichem Skelettmaterial am Fallbeispiel der anthropologischen Arbeit an der Hochschule Mittweida illustriert.*

## Einführung

Seit Anfang des letzten Jahrzehnts wurde unter Leitung von Prof. Dr. Dirk Labudde an der Hochschule Mittweida der Bereich der Forensik kontinuierlich aufgebaut. Begonnen mit der Einführung des Studienganges „Allgemeine und Digitale Forensik“ im Jahr 2014 bietet der Bereich mittlerweile drei Studiengänge in den Feldern Forensik und Cybercrime an der Hochschule an. In der Forschung hat sich das „Forensic Science Investigation Lab“ (FoSIL) etabliert. Hierbei handelt es sich um eine interdisziplinäre Forschungsgruppe, die sich aus IT-Spezialisten, Biologen und Anthropologen zusammensetzt. Die Besonderheit des Bereichs ist die Verortung innerhalb der Fakultät für Computer- und Biowissenschaften an der Hochschule Mittweida. Aktivitäten in Forschung und Lehre setzen daher einen Schwerpunkt auf Möglichkeiten, wie sich Digitalisierungs- und IT-Methoden innerhalb der forensischen Wissenschaft anwenden und integrieren lassen. Ein weiteres Hauptaugenmerk liegt auf der Erforschung des Menschen als Spurenträger, wobei biometrische Merkmale eine besondere Spurenform darstellen (LABUDDE 2017). In diesem Zusammenhang wurde der Fokus 2017 um die Anthropologie und die Arbeit mit skelettierten menschlichen Überresten sowohl im forensischen als auch archäologischen Kontext erweitert. Anlass war die Übernahme einer osteologischen Sammlung menschlicher Skelette. Damit betreten die Hochschule und die forensische Forschungsgruppe völliges Neuland. Die Sammlung wurde jedoch als Chance gesehen, um die anthropologische Arbeit an der Hochschule zu etablieren und in die bestehenden Lehr- und Forschungszusammenhänge zu integrieren. Sie stellt eine Möglichkeit zur Spurenlese als Mittel zum Erkenntnisgewinn beziehungsweise zur Evidenzerzeugung dar (HERRMANN, GROSSKOPF & FEHREN-SCHMITZ u. a. 2007) und ermöglicht darüber hinaus, diese Prozesse aus objektwissenschaftlicher Sicht zu verfolgen (LUEGER & FROSCHAUER 2018). In dieser Funktion sollte sie helfen, den interdiszi-

plinären Charakter der Anthropologie und Brücken zwischen den Disziplinen, allen voran der Forensik und Archäologie, zu stärken.

## Fachlicher Hintergrund

### Was ist Anthropologie?

Die Anthropologie widmet sich dem Menschsein in seiner ganzen Vielseitigkeit und erforscht Unterschiede sowie universelle, allen Menschen gemeinsame Merkmale und Verhaltensweisen über Kulturen, Sozialstrukturen, Habitate und Umgebungen hinweg. „Warum verhalten wir uns, wie wir es tun?“ ist eine grundlegende Frage der Wissenschaft. Sie zieht sich durch alle Aspekte, die den Menschen betreffen, und ist somit der Inbegriff eines interdisziplinären Feldes. Dies lässt erahnen, dass die Analyse von Skeletten nur ein Teilgebiet der Anthropologie darstellt. Das Studium der Knochen und des Skelettsystems aller Lebewesen ist die Osteologie. Dennoch greift dieser Begriff für die Analyse von Skelettmaterial zu kurz, weil auch sie von der Interdisziplinarität lebt. Dieser Befund gilt sowohl angesichts der genutzten Methoden als auch der vielen Informationen, die sich nicht direkt am Knochen, sondern aus anderen Quellen und Perspektiven – aus den Natur-, Sozial- und Kultur- bis hin zu den Geisteswissenschaften – gewinnen lassen (MANT & HOLLAND 2016).

Das Skelett ist während des Lebens wortwörtlich die Stütze des Menschen. Die Knochen sind ein lebendes, plastisches und dynamisches Organ, das sich in ständigem Umbau befindet, äußeren Einflüssen unterliegt und auf sie reagiert (MAYS 2010). Weiterhin bestimmen sowohl genetische Faktoren als auch verschiedene Arten der Variation (geschlechtlich, alters- bzw. entwicklungsbedingt sowie individuell) die Größe und Form eines Knochens mit (WHITE, BLACK & FOLKENS 2012).

Knochen und Zähne überdauern den Menschen oft lange über den Tod hinaus. Diese menschlichen Überreste

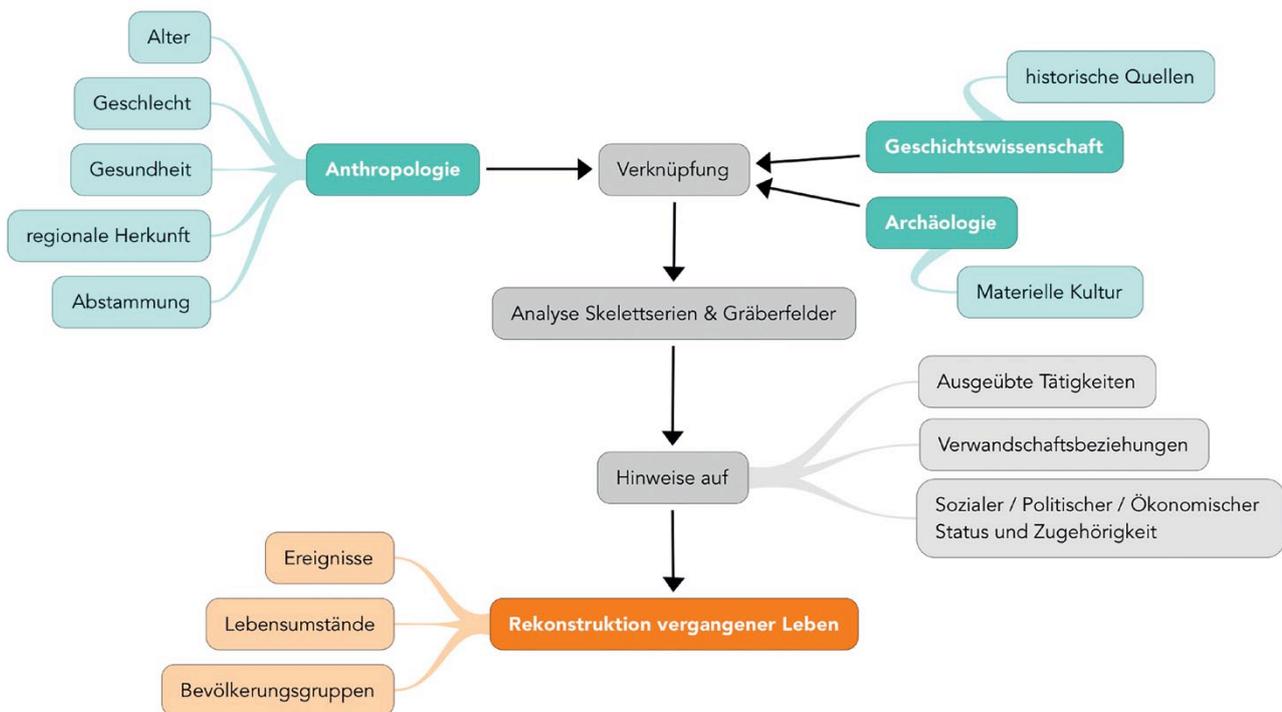


Abb. 1: Rekonstruktion vergangener Zeiten – das Zusammenspiel zwischen der Anthropologie und anderen Disziplinen am Beispiel der Archäologie: Anthropologische und archäologische Informationen ermöglichen es, das Leben einzelner Menschen und ganzer Bevölkerungsgruppen wieder aufleben zu lassen. Schema: Marie Heuschkel

werden dann zu wichtigen Zeugnissen vergangenen Lebens, die Spuren wie in einer Zeitkapsel speichern. Die Spuren sind unterschiedliche Ausprägungen verschiedener Merkmale am Skelett. Anthropologen lesen diese Spuren zunächst nichtinvasiv durch makroskopische, visuelle und osteometrische Untersuchungen. Histologische Untersuchungen und naturwissenschaftliche Analysen (z. B. DNA, C14-Datierung und Isotopenanalysen) erweitern das Informationsspektrum; sie sind jedoch invasiv und erfordern eine Probenentnahme. Neben den Spuren, die sich direkt am Skelett befinden, gibt es eine Vielzahl weiterer mit dem Knochenmaterial in Verbindung stehender Informationsquellen wie die Fundsituation, -umgebung und beiliegende Artefakte, um nur einige zu nennen. Sie tragen dazu bei, die Spuren am Skelett besser zu lesen und einzuordnen.

Das Lesen der Spuren ist vergleichsbasiert und beruht auf Untersuchungen von kompatiblen Referenzsammlungen (d. h. eine ähnliche Population mit einer ähnlichen demographischen Struktur), bei der die gesuchten Informationen bereits bekannt sind. So lassen sich vielfältige Informationen zu einem Verstorbenen erheben, die vom biologischen Profil, seiner Herkunft, Gesundheit und Lebensweise bis hin

zur Ursache des Todes als auch zu den Umständen nach dem Tod (Liegezeit, posthume Veränderungen) reichen. Das alles sind zentrale Aspekte, die helfen, ein Leben nachzuzeichnen. Viele einzelne Leben zusammengenommen erlauben weitere demographische Analysen früherer Völker. Dieses Wissen ermöglicht im Zusammenhang mit anderen Quellen die Rekonstruktion ihrer Geschichte und vieler Aspekte ihres Lebens (GERSTENBLITH 2016) (Abb. 1).

### Zusammenhänge zwischen Anthropologie, Forensik, Archäologie und Objektwissenschaft

Für die Disziplinen Anthropologie, Archäologie oder Forensik spielen materielle Spuren eine zentrale Rolle, um über diese indirekt vergangene Ereignisse und Umstände zu rekonstruieren (HERRMANN, GROSSKOPF & FEHREN-SCHMITZ u. a. 2007). Zur Spurenauswertung gehört das Erkennen, Sichern und Lesen der Spuren, das heißt die Fähigkeit, aus dem Informationsspeicher „Spur“ besagte Informationen richtig herauszulesen und ihrer tatsächlichen Bedeutung zuzuordnen (HERRMANN 2007). Dies ist jedoch kein stabiler Prozess. Die Bedeutung einer Spur ist abhängig von dem Kontext, in dem sie betrachtet wird (WALDER & HANSJAKOB

2016). Spuren können veränderlich oder auch flüchtig sein. Zudem sind sie immer in Zusammenhang mit dem materiellen Träger oder Objekt, an dem sie sich befinden, zu sehen (HERRMANN 2007). In diesem Sinne bieten sich objektwissenschaftliche Ansätze an, um Prozesse, die sowohl zu den Spuren als auch zu ihrer Deutung führen, besser zu verstehen (LUEGER & FROSCHAUER 2018). Auch Methoden und Prinzipien wie das Locard'sche Prinzip der Spurenübertragung (LOCARD 1930) und Methoden der Tatortarbeit und -rekonstruktion aus der Forensik sowie Ausgrabungsstrategien und -techniken und der Verknüpfung materieller Kultur in immaterielle Zusammenhänge aus der Archäologie sind dabei von Nutzen. Diese Zusammenhänge werden besonders in der anthropologischen Arbeit mit Skelettmaterial deutlich. Am Beispiel der osteologischen Sammlung an der Hochschule Mittweida soll deshalb die Dynamik des Spurenlesens weiter erläutert werden.

## Hintergrund der Sammlung

Das Fallbeispiel beruht auf der Arbeit mit Skelettmaterial des Gräberfelds Görzig und ist eine Leihgabe der Prähistorischen Sammlung Köthen. Die aus insgesamt 69 Körpergräbern geborgene Skelettserie stammt aus der römischen Kaiserzeit (180–375 A.D.) und der nachfolgenden Völkerwanderungszeit (375–450 A.D.) (SCHMIDT & BEMMANN 2008, 9). Die Serie wurde in zwei Phasen geborgen, zunächst im Zeitraum von 1913 bis 1941 in der Form von Zufallsfunden durch Feldarbeiter (das Areal, in dem sich das Gräberfeld befand, wurde landwirtschaftlich genutzt) und 1958/59 im Zuge einer geplanten Ausgrabung. Zum Gräberfeld existiert eine interne Dokumentation sowie ein veröffentlichter Katalog (SCHMIDT & BEMMANN 2008) mit einer Auflistung der Körpergräber und Grabinhalte. Zudem wurde es im Rahmen einer Magisterarbeit erstmals archäologisch und zu einem gewissen Grad auch anthropologisch erforscht.<sup>1</sup> Aus diesem Anlass wurde das Skelettmaterial an das damals noch bestehende anthropologische Institut der Friedrich-Schiller-Universität Jena übergeben.

Nach der Auflösung dieses Fachbereichs Anfang der 2010er Jahre durchlief die Sammlung mehrere administrative Verantwortlichkeiten, wobei jede ihre Eigenheiten beim Management der Sammlung hatte. Diese wurden aber weder dokumentiert noch zwischen den Verantwortlichen ausgetauscht. Als die Sammlung an die Hochschule Mittweida kam, befand sie sich in einem Zustand, der sich völlig von dem unterschied, in dem die Prähistorische Sammlung Köthen das Skelettmaterial des Gräberfelds Görzig abgegeben hatte.

Das Skelettmaterial war nun nach Knochenelementen sortiert und nicht mehr nach Individuen bzw. Grabnummern gelagert. Dies geschah wahrscheinlich aufgrund unterschiedlicher Ziele in der Arbeit mit dem Skelettmaterial. In diesem Fall standen vermutlich Lehrzwecke mit dem Schwerpunkt auf der Morphologie und Biologie der Knochen im Vordergrund, denn so konnten etwa die einzelnen Elemente je nach betrachtetem Merkmal besser in eine Reihenfolge gebracht und untereinander verglichen werden. Die Umsortierung wurde jedoch nicht dokumentiert. Überhaupt waren diejenigen Informationen, die zur Nutzung existierten (Berichte, Inventarbeschreibungen, Beschriftungen an Verpackungen und am Knochen), nur spärlich vorhanden und erwiesen sich zumeist als schwer nachvollziehbar, widersprüchlich, inkonsistent oder fehlerhaft. Dies war insbesondere bei Angaben gravierend, die zur Identifikation und Zuordnung des Materials gedacht waren. Zudem bestand die Bezeichnung des Skelettmaterials aus einer Inventarisierungsnummer, die keinen konsistenten Bezug zu einem Individuum oder Grab hatte. Dies alles führte dazu, dass bei dem Material keine sichere Zuordnung mehr stattfinden konnte. Das Skelettmaterial des Gräberfelds Görzig war zu einer schwierigen Sammlung geworden – der Originalzustand und die Nutzungsgeschichte waren nur schwer zu rekonstruieren und das Skelettmaterial dadurch aus dem für die Untersuchung der Skelette wichtigen Grabkontext gerissen. Das machte eine Spurensuche sehr kompliziert. So war die Arbeit auf die Rekonstruktion des ursprünglichen Sammlungszustands beschränkt, bevor die Sammlung weiter erforscht und analysiert werden konnte. Weil sich die Anthropologie an der Hochschule erst im Aufbau befand, mussten im selben Zug die Gegebenheiten für ein anthropologisches Arbeitsumfeld (wie etwa eine angemessene Lagerung) einschließlich geeigneter Vorgehensweisen für den Umgang mit der Sammlung (etwa Schutzmaßnahmen und ethische Festlegung) und die Untersuchung des Skelettmaterials (einschließlich Strategien zur Dokumentation) entwickelt werden. Dabei sollte das anthropologische Fachpersonal von Studierenden im Rahmen eines Praktikums unterstützt werden, die als Studierende der Forensik durch ein anthropologisches Basismodul allerdings nur in der Anthropologie grundlegend geschult waren. Ein weiteres Augenmerk lag deshalb darauf, den fachlichen Zugang neben kontinuierlicher fachlicher Begleitung durch die Erstellung von Instruktionen und Erklärungen für die einzelnen Tätigkeiten zu erleichtern. So wurde jeder noch so kleine Aspekt zum Forschungsgegenstand und der Aufbau der Anthropologie an der Hochschule Mittweida von Anfang an zu einer epistemischen Reise.

1 Kleinecke, J. *Das Gräberfeld Görzig, Kreis Köthen: Eine archäologische und anthropologische Untersuchung*. Unveröff. Magisterarbeit Friedrich-Schiller-Universität Jena 2011.

## Spurensuche

### Spurensuche über Dokumentationsquellen

Die vielen unklaren Zusammenhänge der Sammlung machten eine erneute Recherche zu ihrem ursprünglichen Zustand sowie nach weiteren Dokumentationsquellen erforderlich. Ähnlich den Methoden und Strategien einer Provenienzrecherche (STOECKER, SCHNALKE & WINKELMANN 2013) ermöglichten beispielsweise das Recherchieren in unterschiedlichsten Quellen, das systematische Inspizieren und Kombinieren aller möglichen Hinweise sowie das Prüfen von Annahmen, den Weg der Knochen Stück für Stück zu rekonstruieren.

So konnte die Originaldokumentation, die sich bei der Übergabe an die Hochschule Mittweida nicht bei dem Material befand, wieder als Quelle erschlossen und umfangreich analysiert werden.

### Spurensuche im „Knochengarten“

Im Vordergrund stand somit zunächst die Neuinventarisierung. Dafür wurde ein temporärer „Knochengarten“ in einem Raum eingerichtet, der genügend Platz bot, um das gesamte Skelettmaterial nach und nach auszulegen, um es durch Abgleich und Spurensuche dem jeweiligen Individuum zuzuordnen. Damit die Spurenlese gelingen konnte, mussten die beteiligten Personen und die vorgesehenen Aktivitäten angemessen koordiniert werden. Dafür wurden Prozessketten entwickelt, die Mensch, Methoden und Rahmenbedingungen in ein praxistaugliches System setzen und es den Beteiligten erlauben, verschiedene Aufgaben miteinander zu verknüpfen und effizient umzusetzen. Diese Abläufe beruhen auf einer intensiven und umfassenden Anforderungsanalyse und Konzeption einschließlich der Absprache und Festlegung von genauen Vorgehensweisen, um das Skelettmaterial möglichst schnell und unkompliziert zu inventarisieren, zu digitalisieren, zu untersuchen sowie vermischtes Material auf mögliche Zuordnungen zu prüfen und anschließend zu verpacken.

Die Spurensuche am Skelett orientierte sich dabei an Strategien aus der Arbeit mit vermischten Knochenansammlungen, wie sie unter anderem bei Massengräbern auftauchen (VON GRUMBKOW, ZIPP & GROSSKOPF u. a. 2012). Eine erste Ordnung erfolgte durch die Zuteilung zum nächstidentifizierbaren Skelettbereich (bspw. Obere Extremität oder Teil des Femurs) und die Zuordnung zur Seite bei paarigen Knochen. Weitere Spuren stellten Ähnlichkeiten und Unterschiede in Größe und Morphologie dar. Grobe Einschätzungen zu Alter und Geschlecht, sofern sie mit Sicherheit getroffen werden konnten, dienten weiterhin dazu, eine Zusammengehörigkeit einzelner Knochen zu untersuchen. Zusätzliche Spuren am Knochen wie der Zersetzungsgrad konnten ebenfalls hinweisgebend sein.

Eine weitere Quelle zur Spurenlese stellten Beschreibungen aus den vorhandenen dokumentarischen Quellen dar.

Durch diese war es möglich, fehlende oder überschüssige (d. h. weniger oder mehr als in der Dokumentation für dieses Individuum angegebene) Knochenelemente eines Individuums aus dem Skelettmaterial eines anderen Individuums dem Ursprungskontext zuzuordnen.

Derweil konnten die Originaldokumentation um neue Informationen zu dem Material ergänzt und offensichtlich fehlerhafte Angaben korrigiert werden.

Auf diese Weise waren die Beteiligten in die Lage versetzt, sich innerhalb relativ kurzer Zeit einen Überblick über die Sammlung zu verschaffen. Dennoch bleiben viele Beschränkungen für den Erkenntnisgewinn bestehen.

### Einflüsse auf die Spurenlese

Eine Reihe von Problemen, die die Spur als Mittel zur Evidenzerzeugung beeinflussen und den Erkenntnisgewinn erschweren oder verzerren können, zeigte sich in der praktischen Arbeit mit dem Skelettmaterial des Gräberfelds Görzig.

### Einflussfaktoren auf das Material

Weil Knochen sehr anfällig für Veränderungen sind, ändern sie bei jedem Vorgang oder Ereignis ihren Zustand. Diese früheren Zustände bilden potenzielle Störfaktoren, indem sie die Spuren am Knochen verzerren oder zu Fehlschlüssen verleiten können. Sie aufzuschlüsseln ist mit dem Material allein so gut wie unmöglich. Dazu braucht es eine Vielzahl an Daten verschiedenster Art, die es folgerichtig miteinander zu kombinieren und in Zusammenhang zu bringen gilt. Je mehr verwertbare Daten vorhanden sind, desto besser gelingt es, Vorannahmen zu treffen, mögliche Szenarien mithilfe einer ganzheitlichen Betrachtungsweise zu konstruieren und auf Plausibilität zu prüfen, um so Interpretationsmöglichkeiten auszuschließen (MAYR 2002). Darüber hinaus erlauben sie es, Aussagen über die Wahrscheinlichkeit von Theorien zu treffen (KÖRBER 2016). Der (Erhaltungs-)Zustand und die Qualität der verfügbaren Dokumentation relevanter Zusammenhänge bestimmen somit den Informationsgehalt und damit letztendlich auch den Erkenntnisgewinn.

### Probleme bei der Einschätzung

Aufgrund der Variation und damit einhergehenden Vielfalt der möglichen Ausprägungen kann eine Einschätzung häufig problematisch, ungenau und vor allem subjektiv sein, da sie stark von der Erfahrung und Vorgehensweise des Untersuchenden abhängt. Doch nicht nur das: Die meisten nichtinvasiven Methoden werden auf der Basis einzelner Skelettsammlungen entwickelt und stützen sich auf Vergleiche. Weil sowohl genetische als auch Umweltfaktoren auf den Knochen wirken, ist eine Übertragung auf Material aus anderen Populationen zumeist schwierig.

## Mangel an Standardisierung und Probleme bei der Dokumentation

Ein weiteres Problem stellt der Mangel an Standardisierung dar, denn es existieren in der Anthropologie nach wie vor keine übergreifend geltenden Standards zur Datenaufnahme und den zu verwendenden Methoden. Stattdessen ist es üblich, dass im Rahmen von Forschungsprojekten oder Institutstätigkeiten eigene Richtlinien entwickelt werden, die auf Forschungsziele, Interessenbereiche, die bevorzugten Methoden und auf die zur Verfügung stehende Sammlung zugeschnitten sind (HARBECK 2018; GRUPE, HARBECK & MCGLYNN 2015; ENGEL, SCHLAGER & WITTEWERT-BAKOFEN 2015).

Gründe dafür sind unter anderem die Vielfalt an Informationen in Form von Details und Nuancen sowie die Schwierigkeiten, diese angemessen zu beschreiben und aufzunehmen. Dies beginnt bereits mit elementaren Aspekten wie Knochenbezeichnungen, denn selbst anatomische Termini sind – zumindest nicht fachbereichs- oder sprachübergreifend – nicht standardisiert (GOBÉE, JANSMA & DE RUITER 2011). Zwar gibt es die Nomenklatur „Terminologia Anatomica“ (TA) (FIPAT 2020), die als weltweit gültiger Standard gilt, jedoch in Wirklichkeit nicht überall als solcher aufgegriffen wird, auch nicht in der Lehrliteratur (MARTIN, THORPE & DE LUNA

u. a. 2014). Die Ursachen liegen unter anderem darin, dass eine Terminologie wie eine Sprache stetigem Wandel unterliegt, durch das Umfeld beeinflusst wird und in der Folge beispielsweise viele Synonyme existieren (OCAK, AKTAŞ, UZUNER u. a. 2017; BUKLIJAS 2017; GOBÉE, JANSMA & DE RUITER 2011; HIRSCH 2011). So ist im deutschsprachigen Raum in humananatomischen Atlanten wie „Sobotta“ und „Prometheus“ *Cranium* als Synonym für den Schädel etabliert (SOBOTTA, PAULSEN & WASCHKE 2010; SCHÜNKE, SCHULTE & SCHUMACHER 2009), während viele englischsprachige Anthropologen zwischen *Cranium* und *Mandibula* [„Mandible“] unterscheiden und es für die Gesamtbezeichnung „Skull“ keine lateinische Entsprechung gibt (BURNS 2015).

Ein weiteres Beispiel stellt der Erhaltungszustand eines Knochens dar, der auf unterschiedlichste Art und Weise bewertet werden kann; z. B. ist er

- gut erhalten, weil die Grundstruktur oder wichtige Merkmale vorhanden sind?
- auch dann vollständig, wenn er in einem Stück vorliegt, aber die Oberfläche stark erodiert ist?

Trotz umfassender Planung und regelmäßiger Kommunikation, unterstützender Instruktionen und Festlegungen kam es zu Inkonsistenzen und Fehlern bei der Dokumentation

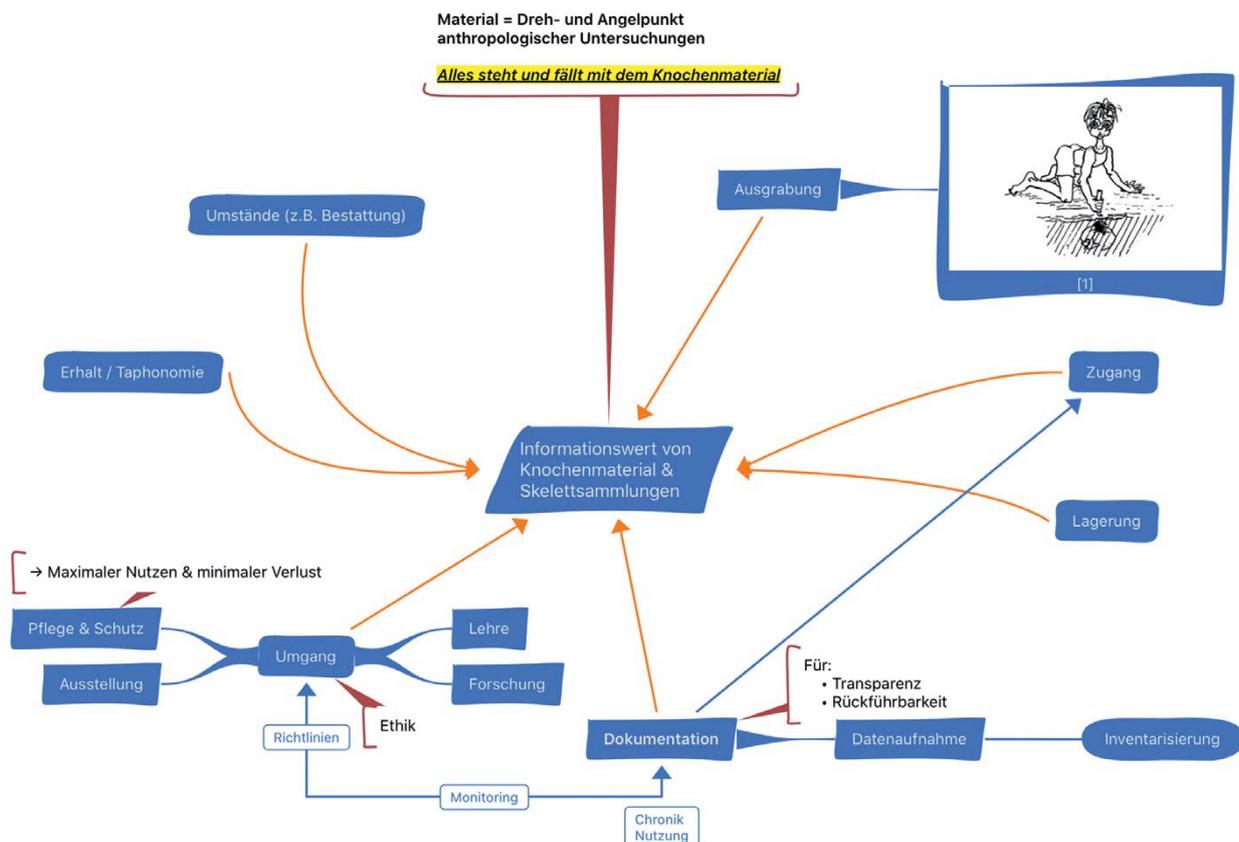


Abb. 2: Strategien für maximalen Erhalt und minimalen Verlust: Einflüsse aller Aspekte anthropologischen Arbeitens auf das Material, das sich dadurch in ständiger Veränderung befindet. Um diese Veränderungen erfassen zu können, ist bei anthropologischen Analysen eine ganzheitliche Herangehensweise notwendig. Schema: Marie Heuschkel, Bildquelle [1] in Schema: Bass 2005, 330.

und Datenaufnahme. Auch wurde der Zugang zu den aufgenommenen Informationen durch diese Fehlerquellen und zu geringe Abfragemöglichkeiten erschwert, obwohl enorm viele Daten angesammelt und verknüpft wurden. Es ließ sich aus erster Hand nachvollziehen, wie es zu Mängeln in der Dokumentation und Administration kam, die ein weitverbreitetes Phänomen in Sammlungen darstellen (für menschliche Überreste siehe HILLEBRECHT 2013).

Der Kern des Problems liegt im Umgang mit Informationen. Um angesammeltes Wissen flexibel und gut nutzbar zu machen, müsste ein Aufnahme- und Abfragesystem so entwickelt sein, dass es jede mögliche Abfrage – im Gegensatz zu einer beispielhaften Auswahl – ausführen kann (SHANNON 1948). Das Wissen um die möglichen Daten müsste also noch vor der Aufnahme vorhanden sein.

Bei Untersuchungsgegenständen wie dem Skelettmaterial des Gräberfelds Görzig ist dies vor einer Inventarisierung jedoch nicht möglich, und zwar aufgrund der facettenreichen Spuren, die ohne kontextuellen Zusammenhang vorliegen und je nach Bezugsrahmen in ihrer Bedeutung variieren. Eine Fall-zu-Fall-Betrachtung führt dann automatisch zu intuitiven Entscheidungen und Veränderungen in der Herangehensweise, die erforderlich sind, um z. B. auftretende Aufnahmeschwierigkeiten wie die Erfassung der Daten in ein für eine Datenbank geeignetes Format zu bewältigen. Auch gilt dies für die Optionen, auf welche zusätzlichen Arten das Material dokumentiert wird, was jedoch dann die Kompatibilität der Daten untereinander verhindert.

Formalisierungen sollen zu einer standardisierten Aufnahme und Dokumentation beitragen, entsprechen aber nicht den Anforderungen und Bedürfnissen der Menschen, die sie nutzen. Dieser strikten und abstrakten Art der Informationsdarstellung stehen die flexiblen, kognitiven Mechanismen gegenüber, mit denen sich Menschen durch Probleme navigieren und Wissen extrahieren. Jeder Mensch hat zudem individuelle Strategien bei der Wissensfindung, die von Erfahrung, Sprache und vielen anderen Faktoren geprägt sind. Auch fällt es schwer, inhaltlich an einem Fall zu arbeiten und zugleich den gesamten Prozess im Auge zu behalten und formale Rahmenvorgaben zu durchdenken (etwa zu entscheiden, was zu dokumentieren notwendig und was auch für Außenstehende selbstverständlich ist) (BUSH 1945).

### Schlussfolgerung

Es zeigt sich, dass Skelettmaterial – ob in Form einzelner Knochen oder als Sammlungen – im Zentrum aller anthropologischen Analysen ist. Der Zustand des Materials und alles, was damit in Verbindung kommt, stehen in direktem Zusammenhang mit dem Informationspotenzial, das durch seine Untersuchung verfügbar wird (GERSTENBLITH 2016). Denn die Wissens- und Beweisproduktion kann nur das erzeugen, was das Ausgangsmaterial hergibt. Daher ist über die anthropologische Untersuchung hinaus die Beachtung aller sammlungsrelevanten Aspekte erforderlich (Abb. 2),

um den Wissensgehalt einer Sammlung unverfälscht zugänglich machen zu können. Dabei kommt der Dokumentation eine besondere Bedeutung zu: Denn nur wenn die wichtigen Sammlungseigenschaften bekannt sind, kann eine Skelettsammlung überhaupt erst genutzt und können wissenschaftliche Methoden objektiviert bzw. verifiziert werden.

### Ausblick

Aufgrund der Erfahrungen in der Arbeit mit dem Gräberfeld Görzig sind Möglichkeiten, diesen Herausforderungen zu begegnen und die Spurenlese an menschlichem Skelettmaterial für die Beantwortung anthropologischer Fragestellungen zu verbessern, in den Mittelpunkt des Forschungsinteresses gerückt. Dabei sollten bereits existierende Lösungswege gesammelt und integriert werden. Diese Lösungsansätze finden sich in der Digitalisierung. Eine Digitalisierung des Materials kann die Spuren an den Knochen dauerhaft konservieren. Dazu erlauben bestehende Verfahren wie die Photogrammetrie, realistische und detailgetreue Digitalisate wie 3D-Modelle auf effiziente Art und Weise anzufertigen (Abb. 3) (BECKER, BERGMANN & JERAUFKE 2018). Die Spurenlese und Aufnahme der Daten können in einer entsprechenden Anwendung direkt durch Annotationen an dem Modell vorgenommen werden (Abb. 4). So werden Material und aufgenommene Daten unverfälscht zugänglich.



Abb. 3: Durch Photogrammetrie erzeugte 3D-Modelle eines Craniums (oben) und eines Femurs (rechts), jeweils im Vergleich mit den Originalknochen (Cranium: Foto des Originals oben, digitale Rekonstruktion unten; Femur: Foto des Originals links, digitale Rekonstruktion rechts). Grafik: Marie Heuschkel; Fotos: Sven Becker

Es erleichtert auch die Entwicklung einer Ontologie unter Einbeziehung bereits etablierter Ontologien wie CIDOC („Conceptual Reference Model“; LAMPE, KRAUSE & DOERR 2010) aus dem musealen Bereich und des „Foundational Model of Anatomy“ aus der Anatomie (BioPORTAL 2020). Dies bietet die Grundlage für eine effiziente Datenstrukturierung und erweitert die Möglichkeiten zur Datenanalyse (WICKHAM 2014). Darüber hinaus bildet die Ontologie auch das Fundament für den schrittweisen Aufbau eines Informationssystems im Sinne einer „digitalen Knochenbibliothek“ (Abb. 5). Langfristig können so Sammlungen besser zu Vergleichszwecken genutzt oder die Spuren durch Nutzung von Künstlicher Intelligenz (KI) und anderer computergestützter Methoden besser auf Muster analysiert werden.

Eine Erweiterung zu den Digitalisierungsstrategien sind „Standard Operation Procedures“ (SOPs), also systematische, in den Ablauf verankerte Vorgehensweisen, die dazu beitragen, Prozesse transparenter, objektiver und praxistauglicher zu gestalten.

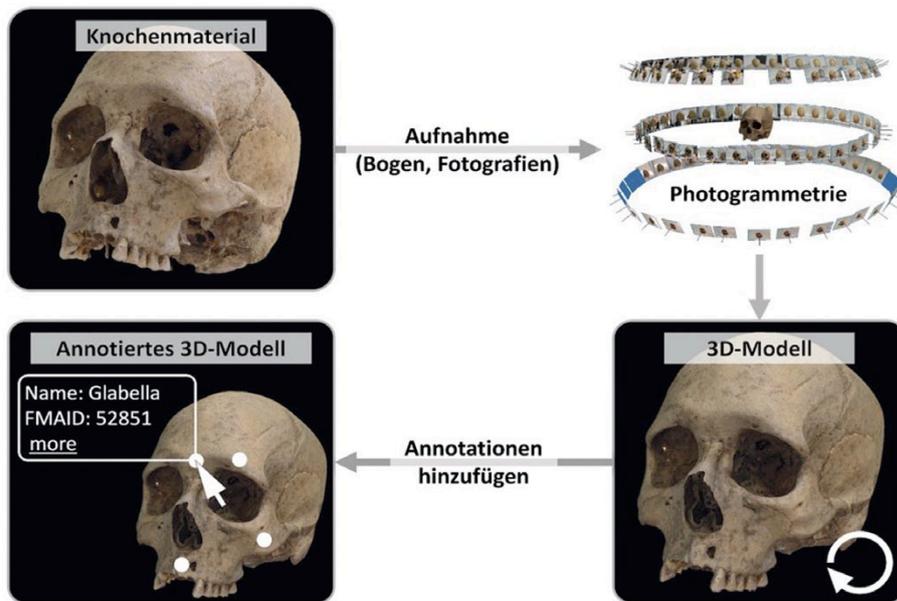


Abb. 4: Die Umwandlung eines Craniums in ein 3D-Modell mittels Photogrammetrie und anschließender Annotation des Modells – hier am Beispiel der Glabella dargestellt, ein wichtiger Messpunkt und Merkmal für die Geschlechtsbestimmung. Grafik: Marleen Mohaupt



Abb. 5: Veranschaulichung einer Skelettübersicht innerhalb einer digitalen Knochenbibliothek. Grafik: Saskia Jeraufke. Rechts: Übersicht der in der Knochenbibliothek enthaltenen Module. Schema: Marie Heuschkel

Sie helfen auch, bessere Annahmen zu treffen, ihre Folgerichtigkeit einzuschätzen und Fehler zu verringern. Eine Gliederung der Verfahren in Komponenten und Informationseinheiten ähnlich dem Dokumentationsstandard Spektrum (INSTITUT FÜR MUSEUMSFORSCHUNG 2013) aus dem musealen Bereich eignet sich ebenso für die anthropologische Arbeit.

Bisherige Arbeiten zeigen vielversprechende Ergebnisse (BECKER, BERGMANN & JERAUFKE 2018; HEUSCHKEL, JERAUFKE, BECKER u. a. 2019). Das Ziel für die weitere Erforschung lautet nun, diese Strategien zur Anwendung und Integration von Digital- und Informationstechnologien zwecks Bearbeitung anthropologischer Forschungsfragen in einem langfristigen Forschungsprojekt in Kooperation mit der Historischen Anthropologie der Universität Göttingen weiter umzusetzen.

## Danksagung

Wir danken der Köthen Kultur und Marketing GmbH, zu der die Prähistorische Sammlung Köthen gehört, für die Bereitstellung der Skelettserie des Gräberfeldes Görzig als Leihgabe an die Hochschule Mittweida. Herrn Andreas Geisler, dem Leiter der Prähistorischen Sammlung in Köthen, gilt unser besonderer Dank für die Kooperation bei der Rekonstruktion und Aufarbeitung der Dokumentations- und Quellenlage zum Gräberfeld Görzig. Herrn Dr. Bruchhaus danken wir für seine anthropologische, wissenschaftliche Unterstützung. Nicht zuletzt gilt unser Dank allen weiteren Personen, die zu der Veröffentlichung dieses Aufsatzes beigetragen haben.

## Literatur

BASS, W. 2005. *Human osteology – A Laboratory and Field manual*. Columbia (Missouri): Archaeological Society

BECKER, S.; BERGMANN, T.; JERAUFKE, S. 2018. *Möglichkeiten photogrammetrischer und lasercan-basierter Methoden zur 3D-Dokumentation humaner Knochenmaterialien. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin 2018*. Halle (Saale): Deutsche Gesellschaft für Rechtsmedizin

BIOPORTAL (Hg.) 2020. *Foundational Model of Anatomy*, bioportal.bioontology.org/ontologies/FMA (13.1.2020)

BUKLIJAS, T. 2017. The Science and Politics of Naming – Reforming Anatomical Nomenclature, ca. 1886–1955. *Journal of the history of medicine and allied sciences* 72, 2: 193–218

BURNS, K. (unter Mitarbeit von J. WALLINGTON) 2015. *Forensic anthropology training manual*. Abingdon; Oxon; New York: Routledge

BUSH, V. 1945. As We May Think. *The Atlantic Monthly* 176, 1: 101–108

ENGEL, F.; SCHLAGER, S.; WITTEWERT-BACKOFEN, U. 2015. *An Infrastructure for Digital Standardisation in Physical Anthropology. 11. Internationaler Kongress der Gesellschaft für Anthropologie*. München: Gesellschaft für Anthropologie

FEDERATIVE INTERNATIONAL PROGRAMME FOR ANATOMICAL TERMINOLOGY (Hg.) 2020. *Terminologia Anatomica*, www.unifr.ch/ifaa (13.1.2020)

GERSTENBLITH, P. 2016. The Legal Framework for the Prosecution of Crimes Involving Archaeological Objects. *Cultural Property Law. The United States Attorneys' Bulletin* 64, 2: 5–16

GOBÉE, O.; JANSMA, D.; DE RUITER, M. 2011. AnatomicalTerms.info – Heading for an online solution to the anatomical synonym problem hurdles in data-reuse from the Terminologia Anatomica and the foundational model of anatomy and potentials for future development. *Clinical anatomy* 24, 7: 817–830

GRUMBKOW, P. VON; ZIPP, A.; GROSSKOPF, B.; FUELDNER, K., HUMMEL, S. 2012. Analyses to help identify individuals from a historical mass grave in Kassel, Germany. *Anthropologischer Anzeiger* 69, 1: 1–43

GRUPE, G.; HARBECK, M.; MCGLYNN, G. 2015. *Prähistorische Anthropologie*. Berlin: Springer Spektrum

HARBECK, M. 2018. *Anleitung zur standardisierten Skelettdokumentation – in der Staatssammlung für Anthropologie und Paläoanatomie München*. München: Staatssammlung für Anthropologie und Paläoanatomie

HERRMANN, B. 2007. Zur Einführung. In: HERRMANN, B.; SATERNUS, K.-S. (Hg.). *Biologische Spurenkunde*. Bd. 1: *Kriminalbiologie*. Berlin; Heidelberg: Springer, 1–14

HERRMANN, B.; GROSSKOPF, B.; FEHREN-SCHMITZ, L.; SCHOON, R. 2007. Knochen als Spureenträger. In: HERRMANN, B.; SATERNUS, K.-S. (Hg.). *Biologische Spurenkunde*. Bd. 1: *Kriminalbiologie*. Berlin; Heidelberg: Springer, 115–144

- HEUSCHKEL, M.; JERAUFKE, S.; BECKER, S.; LUCAS, C.; MOHAUPT, M.; LABUDDE, D.; KIRSTEN, T.; BRUCHHAUS, H. 2019. *Anthropology, Osteology and Digitization – Developing a Digital „Bones Library“ for Anthropological Analyses and The Digitization of Cultural Heritage Objects*. 13. Internationaler Kongress der Gesellschaft für Anthropologie an der Georg-August-Universität Göttingen. Göttingen: Gesellschaft für Anthropologie
- HILLEBRECHT, W. 2013. Probleme der archivalischen Überlieferung. In: Stoecker, H.; Schnalke, T.; Winkelmann, A. (Hg.). *Sammeln, Erforschen, Zurückgeben? Menschliche Gebeine aus der Kolonialzeit in akademischen und musealen Sammlungen*. Berlin: Christoph Links Verlag, 279–289
- HIRSCH, B. 2011. Does the Terminologia Anatomica really matter? *Clinical anatomy* 24, 4: 503f.
- INSTITUT FÜR MUSEUMSFORSCHUNG (Hg.) 2013. *Spectrum – 3.1. The UK Museum Documentation Standard; deutsche erweiterte Fassung*. Berlin: Deutscher Museumsbund, [https://wissenschaftliche-sammlungen.de/files/8514/9865/2095/spectrum-3-1\\_deutsch.pdf](https://wissenschaftliche-sammlungen.de/files/8514/9865/2095/spectrum-3-1_deutsch.pdf) (12.1.2020)
- KÖRBER, M. 2016. Einführung in die inferenzstatistische Auswertung mit Bayes-Statistik. *Ergonomie aktuell* 017: 27–33
- LABUDDE, D. 2017. Biometrie und die Analyse digitalisierter Spuren. In: LABUDDE, D.; SPRANGER, M. (Hg.). *Forensik in der digitalen Welt*. Berlin; Heidelberg: Springer, 25–58
- LAMPE, K.-H.; KRAUSE, S.; DOERR, M. (Hg.) 2010. *Definition des CIDOC Conceptual Reference Model. Version 5.0.1, autorisiert durch die CIDOC CRM Special Interest Group (SIG)*. Berlin: ICOM Deutschland
- LOCARD, E. 1930. *Die Kriminaluntersuchung und ihre wissenschaftlichen Methoden*. Berlin: Kameradschaft-Verlag
- LUEGER, M.; FROSCHAUER, U. 2018. *Artefaktanalyse – Grundlagen und Verfahren*. Wiesbaden: Springer
- MANT, M.; HOLLAND, A. 2016. *Beyond the Bones: Engaging with Disparate Datasets*. London: Academic Press
- MARTIN, B.; THORPE, D.; DE LUNA, V.; HOWARD, T.; HAGEMeyer, J.; WILKINS, N. 2014. Frequency in Usage of Terminologia Anatomica Terms by Clinical Anatomists. *Journal of Biomedical Education* 2014, 2: 1–9
- MAYR, E. 2002. Konzepte und Geschichte – die Autonomie der Biologie. Zweite Walther-Arndt-Vorlesung. *Naturwissenschaftliche Rundschau* 55, 1: 23–29
- MAYS, S. 2010. *The archaeology of Human Bones*, 2. Auflage. New York: Routledge
- OCAK, M.; AKTAS, H.; UZUNER, M.; GENEÇI, F.; AŞKİT, Ç.; SARGON, M. F. 2017. A comparison of the anatomical terminology in the last 25 years. *Journal of the Anatomical Society of India* 66: 31–33
- SCHMIDT, B.; BEMMANN, J. 2008. *Körperbestattungen der jüngeren Römischen Kaiserzeit und der Völkerwanderungszeit Mitteldeutschlands; Katalog*. Halle (Saale): Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt – Landesmuseum für Vorgeschichte
- SCHÜNKE, M.; SCHULTE, E.; SCHUMACHER, U. 2009. *Pro-metheus – LernAtlas der Anatomie. Kopf, Hals und Neuroanatomie*, 2. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag
- SHANNON, C. 1948. A Mathematical Theory of Communication. Reprinted with Corrections. *Bell System Technical Journal* 27 (Juli, Oktober): 379–423, 623–656
- SOBOTTA, J.; PAULSEN, F.; WASCHKE, J. 2010. *Kopf, Hals und Neuroanatomie*, 23. Auflage. München: Elsevier Urban & Fischer
- STOECKER, H.; SCHNALKE, T.; WINKELMANN, A. (Hg.) 2013. *Sammeln, Erforschen, Zurückgeben? Menschliche Gebeine aus der Kolonialzeit in akademischen und musealen Sammlungen*. Berlin: Christoph Links Verlag
- WALDER, H.; HANSJAKOB, T. 2016. *Kriminalistisches Denken*. Heidelberg: Kriminalistik Verlag.
- WHITE, T.; BLACK, M.; FOLKENS, P. 2012. *Human Osteology*. Amsterdam; Boston; Heidelberg: Elsevier Academic Press
- WICKHAM, H. 2014. Tidy Data. *Journal of Statistical Software* 59, 10: 1–23

## Zu den Autoren

**Marie Heuschkel M.Sc.** hat Anthropologie in Oxford und Forensik in Cottbus studiert. Seit 2017 ist sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Hochschule Mittweida Teil der interdisziplinären Forschungsgruppe FoSIL und zuständig für die Anthropologie. Seit 2020 promoviert sie zum Thema Biometrie und digitale Menschmodelle.

**Sven Becker M.Sc.** studierte Molekularbiologie/Bioinformatik an der Hochschule Mittweida und schloss sein Studium 2015 erfolgreich mit dem Master ab. Seither arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich der digitalen 3D-Rekonstruktion und digitalen Fallarbeit an der Hochschule Mittweida in der Forschungsgruppe FoSIL. 2020 begann er seine Dissertation in diesem Themenbereich im Rahmen eines kooperativen Promotionsverfahrens zwischen der LMU München und der Hochschule Mittweida.

**Saskia Jeraufke M.Sc.** studierte Molekularbiologie/Bioinformatik an der Hochschule Mittweida und schloss ihr Studium 2016 erfolgreich mit dem Master ab. Dem folgte eine Anstellung als wissenschaftliche Mitarbeiterin der Forschungsgruppe FoSIL an der Hochschule Mittweida. Seit 2018 promoviert sie im Bereich der forensischen Anthropologie im Rahmen eines kooperativen Promotionsverfahrens zwischen der Universität Heidelberg und der Hochschule Mittweida.

**Christina Lucas M.Sc.** studierte Biodiversity, Ecology and Evolution an der Georg-August-Universität in Göttingen. 2016 schloss sie ihr Studium mit einer Masterarbeit in der Historischen Anthropologie ab. Zwischen 2016 und 2018 arbeitete sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität Göttingen im Genlabor der Mikrobiologie und des Deutschen Primatenzentrums. Zurzeit arbeitet sie als Lehrkraft für besondere Aufgaben im Fach Allgemeine Forensik an der Hochschule Mittweida.

**Marleen Mohaupt M.Sc.** schloss im Jahr 2013 ihr Masterstudium der Molekularbiologie/Bioinformatik an der Hochschule Mittweida erfolgreich ab. Bereits seit Beginn ihres Studiums ist sie als Lehrkraft für besondere Aufgaben mit dem Schwerpunkt Bioinformatik tätig. Im Jahr 2018 übernahm sie die Leitung der Fachgruppe Forensische Biologie innerhalb der Forschungsgruppe FoSIL an der Hochschule Mittweida.

**Prof. Dr. rer. nat. Dirk Labudde** ist Forensiker und studierter Physiker. Seit 2009 hat er eine Professur für Bioinformatik und seit 2014 eine Professur für den von ihm gegründeten Bachelorstudiengang für Allgemeine und Digitale Forensik an der Hochschule Mittweida inne. Er ist Leiter der Forschungsgruppe FoSIL. Darüber hinaus ist Prof. Labudde als

Berater für die Polizei und die Staatsanwaltschaft tätig und seit Anfang 2017 Teil des Fraunhofer-Instituts für Sichere Informationstechnologie (SIT) in Darmstadt sowie seit 2019 Berater und Dozent an der Hochschule Fresenius in Idstein.

**Prof. Dr.-Ing. Toralf Kirsten** ist Professor für Datenbanksysteme an der Hochschule Mittweida. Nach seiner Dissertation übernahm er in leitender Funktion das Forschungsdatenmanagement am LIFE Zentrum für Zivilisationserkrankungen an der Universität Leipzig. Er ist in verschiedenen Projekten und Konsortien mit Fragen der Datenmodellierung, der Interoperabilität, des Data Sharing und der Datenanalyse tätig. Prof. Kirsten ist Sprecher der AG Datenstandardisierung und -modellierung der Gesellschaft für Anthropologie, die er im Rahmen der Initiative Nationale Forschungsdateninfrastrukturen (NFDI) im Konsortium NFDI4Objects vertritt, das u. a. die Verfügbarmachung von anthropologischen Forschungsdaten anstrebt.

**Dr. Birgit Großkopf** studierte in Göttingen Biologie, mit dem Hauptfach Anthropologie. In Leipzig wurde sie zum Thema „Leichenbrand – biologisches und kulturhistorisches Quellenmaterial zur Rekonstruktion vor- und frühgeschichtlicher Populationen und ihrer Funeralpraktiken“ promoviert. Seit 2009 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität Göttingen und unter anderem verantwortlich für die umfangreiche Lehr- und Forschungssammlung der Historischen Anthropologie.

Kontakt

**Marie Heuschkel**

Fachgruppe FOSIL (Forensic Science Investigation Lab)  
Fakultät Computer- und Biowissenschaften  
Hochschule Mittweida  
Technikumplatz 17, 09648 Mittweida  
marie.heuschkel[at]hs-mittweida.de