

Zur Ethik genetischer Forschung an menschlichen Funden aus archäologischen Kontexten: Fünf global anwendbare Richtlinien

Songül Alpaslan-Roodenberg^{1,2}, David Anthony^{3,4}, Hiba Babiker⁵, Eszter Bánffy⁶, Thomas Booth⁷, Patricia Capone⁸, Arati Deshpande-Mukherjee⁹, Stefanie Eisenmann^{5,10}, Lars Fehren-Schmitz^{11,12}, Michael Frachetti¹³, Ricardo Fujita¹⁴, Catherine J. Frieman¹⁵, Qiaomei Fu¹⁶, Victoria Gibbon¹⁷, Wolfgang Haak⁵, Mateja Hajdinjak⁷, Kerstin P. Hofmann⁶, Brian Holguin¹⁸, Takeshi Inomata¹⁹, Hideaki Kanzawa-Kiriyama²⁰, William Keegan²¹, Janet Kelso¹⁰, Johannes Krause¹⁰, Ganesan Kumaresan²², Chapurukha Kusimba²³, Sibel Kusimba²³, Carles Lalueza-Fox²⁴, Bastien Llamas^{25,26}, Scott MacEachern²⁷, Swapan Mallick^{1,28,29}, Hirofumi Matsumura³⁰, Ana Y. Morales-Arce³¹, Giedre Motuzaitė Matuzevičiūtė³², Veena Mushrif-Tripathy⁹, Nathan Nakatsuka¹, Rodrigo Nores³³, Christine Ogola³⁴, Mercedes Okumura³⁵, Nick Patterson^{4,29}, Ron Pinhasi², Samayamantri P.R. Prasad³⁶, Mary E. Prendergast³⁷, Jose Luis Punzo³⁸, David Reich^{1,4,28,29}, Rikai Sawafuji³⁹, Elizabeth Sawchuk^{40,41}, Stephan Schiffels^{5,10}, Jakob Sedig^{1,4}, Svetlana Shnaider⁴², Kendra Sirak^{1,4}, Pontus Skoglund⁷, Viviane Slon^{43,44}, Meradeth Snow⁴⁵, Marie Soressi⁴⁶, Matthew Spriggs^{15,47}, Philipp W. Stockhammer^{10,48}, Anna Szécsényi-Nagy⁴⁹, Kumarasamy Thangaraj^{36,50}, Vera Tiesler⁵¹, Ray Tobler^{23,25}, Chuan-Chao Wang^{52,53}, Christina Warinner^{10,54}, Surangi Yasawardene⁵⁵, Muhammad Zahir^{5,56}

Deutsche Übersetzung: Stefanie Eisenmann^{5,10}, Lars Fehren-Schmitz^{11,12}, Wolfgang Haak⁵, Stephan Schiffels^{5,10}, Philipp W. Stockhammer^{10,48}

- 1: Department of Genetics, Harvard Medical School, Boston, MA, USA
- 2: Department of Evolutionary Anthropology, University of Vienna, Austria
- 3: Department of Anthropology, Hartwick College, Oneonta, NY, USA
- 4: Department of Human Evolutionary Biology, Harvard University, Cambridge, MA, USA
- 5: Max Planck Institute for the Science of Human History, Jena, Germany
- 6: Romano-Germanic Commission of the German Archaeological Institute, Frankfurt am Main, Germany
- 7: Francis Crick Institute, London, UK
- 8: Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University, MA, USA
- 9: Department of Ancient Indian History Culture and Archaeology, Deccan College Post Graduate and Research Institute, Pune, India
- 10: Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Leipzig, Germany
- 11: Department of Anthropology, University of California, Santa Cruz, CA, USA
- 12: UCSC Genomics Institute, University of California, Santa Cruz, CA, USA
- 13: Department of Anthropology, Washington University in St. Louis, St. Louis, MO, USA
- 14: Centro de Genética y Biología Molecular, Facultad de Medicina, Universidad de San Martín de Porres, Lima, Peru
- 15: School of Archaeology and Anthropology, The Australian National University, Canberra, Australia
- 16: Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origins, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Center for Excellence in Life and Paleoenvironment, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China
- 17: Division of Clinical Anatomy and Biological Anthropology, Department of Human Biology, University of Cape Town, Cape Town, South Africa
- 18: Department of Anthropology, University of California, Santa Barbara, CA, USA
- 19: School of Anthropology, University of Arizona, Tucson, AZ, USA
- 20: National Museum of Nature and Science, Ibaraki, Japan
- 21: Florida Museum of Natural History, Gainesville, FL, USA

- 22: Department of Genetics, School of Biological Sciences, Madurai Kamaraj University, Tamil Nadu, India
- 23: Department of Anthropology, University of South Florida, Tampa, FL, USA
- 24: Institute of Evolutionary Biology (CSIC-UPF), Barcelona, Spain
- 25: Australian Centre for Ancient DNA, School of Biological Sciences and The Environment Institute, University of Adelaide, Adelaide, SA, Australia
- 26: ARC Centre of Excellence for Australian Biodiversity and Heritage, University of Adelaide, Adelaide, SA 5005, Australia
- 27: Office of the Chancellors, Duke Kunshan University, Jiangsu, China
- 28: Howard Hughes Medical Institute, Boston, MA, USA
- 29: Broad Institute of MIT and Harvard, Cambridge, MA, USA
- 30: School of Health Science, Sapporo Medical University, Sapporo, Hokkaidō, Japan
- 31: Institute of Ecology and Evolution, University of Bern, Bern, Switzerland
- 32: Lithuanian Institute of History and Department of Archaeology, History Faculty, Vilnius University, Vilnius, Lithuania
- 33: Departamento de Antropología, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Instituto de Antropología de Córdoba (IDACOR), CONICET, Córdoba, Argentina
- 34: Earth Sciences Department, National Museums of Kenya, Nairobi, Kenya
- 35: Department of Genetics and Evolutionary Biology, University of São Paulo, São Paulo, Brazil
- 36: DBT-Centre for DNA Fingerprinting and Diagnostics, Hyderabad, India
- 37: Department of Anthropology, Rice University, Houston, TX, USA
- 38: Instituto Nacional de Antropología e Historia, Michoacán, Mexico
- 39: School of Advanced Sciences, The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI), Hayama, Kanagawa, Japan
- 40: Department of Anthropology, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada
- 41: Department of Anthropology, Stony Brook University, Stony Brook, NY, USA
- 42: ArchaeoZOOlogy in Siberia and Central Asia – ZooSCAN, CNRS – IAET SB RAS International Research Laboratory, Novosibirsk, Russia
- 43: Department of Anatomy and Anthropology and Department of Human Molecular Genetics and Biochemistry, Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel
- 44: The Dan David Center for Human Evolution and Biohistory Research, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel
- 45: Anthropology Department, University of Montana, Missoula, MO, USA
- 46: Faculty of Archaeology, Leiden University, Leiden, Netherlands
- 47: Vanuatu Cultural Centre, Port Vila, Vanuatu
- 48: Institute for Pre- and Protohistoric Archaeology and Archaeology of the Roman Provinces, Ludwig Maximilian University, Munich, Germany
- 49: Institute of Archaeogenomics, Research Centre for the Humanities, Eötvös Loránd Research Network, Budapest, Hungary
- 50: CSIR-Centre for Cellular and Molecular Biology, Hyderabad, India
- 51: School of Anthropological Sciences, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Mexico
- 52: Department of Anthropology and Ethnology, Institute of Anthropology, School of Sociology and Anthropology, and State Key Laboratory of Cellular Stress Biology, School of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen, China
- 53: School of Basic Medical Sciences, Zhejiang University School of Medicine, and Institute of Asian Civilizations, Zhejiang University, Hangzhou, China
- 54: Department of Anthropology, Harvard University, Cambridge, MA, USA
- 55: Department of Anatomy, University of Sri Jayewardenepura, Nugegoda, Sri Lanka
- 56: Department of Archaeology, Hazara University, Mansehra, Pakistan

Kontaktanschrift: Stefanie Eisenmann (stefanie_eisenmann@eva.mpg.de), Lars Fehren-Schmitz (lfehrens@ucsc.edu), Wolfgang Haak (haak@shh.mpg.de), Mary Prendergast (mary@rice.edu), David Reich (reich@genetics.med.harvard.edu), Stephan Schiffels (schiffels@shh.mpg.de), Jakob Sedig (Jakob_Sedig@hms.harvard.edu), Kendra Sirak (Kendra_Sirak@hms.harvard.edu), Philipp W. Stockhammer (philipp.stockhammer@lmu.de)

Zusammenfassung

Wir sind eine Gruppe von Archäologinnen, Anthropologen, Kuratorinnen und Genetikern aus verschiedenen globalen Gemeinschaften und Ländern. Die meisten von uns trafen sich im November 2020 zu einem virtuellen Arbeitstreffen, welches sich mit der Ethik alter DNA (aDNA) Forschung befasste. Es herrschte weitgehend Einigkeit über die Notwendigkeit global anwendbarer ethischer Richtlinien und auch darüber, dass die jüngsten Empfehlungen, die auf Diskussionen zur Forschung an menschlichen Überresten aus Nordamerika basieren, nicht weltweit allgemein anwendbar sind.

Unter Berücksichtigung der verschiedenen Kontexte schlagen wir die folgenden global anwendbaren Richtlinien vor, welchen zu Folge Forschende

- 1) sicherstellen sollten, dass alle Gesetze und Vorschriften an den Orten, an denen sie arbeiten und von denen die menschlichen Überreste stammen, befolgt wurden;
- 2) vor Beginn einer Studie einen detaillierten Forschungsplan erstellen sollten;
- 3) die Beschädigung menschlicher Überreste auf ein Minimum reduzieren sollten;
- 4) sicherstellen sollten, dass die Daten nach der Veröffentlichung zur Verfügung gestellt werden, um eine kritische Überprüfung der wissenschaftlichen Ergebnisse zu ermöglichen;
- 5) von Beginn einer Studie an mit den verschiedenen Interessensgruppen zusammenarbeiten sollten und damit sicherstellen, dass unterschiedliche Perspektiven respektiert und berücksichtigt werden. Wir verpflichten uns, diese Leitlinien einzuhalten, und erwarten, dass sie auch in Zukunft einen hohen ethischen Standard fördern.

Einleitung

Die Analyse alter menschlicher Genome hat sich als nützlicher Ansatz erwiesen, um Beziehungen zwischen Menschen, die in der Vergangenheit gelebt haben und heute lebenden Bevölkerungsgruppen zu untersuchen. Die Grundannahme hier ist, dass die genetische Variabilität von Menschen an einem bestimmten Ort in der Regel das Ergebnis von Prozessen wie Mobilität und Interaktion über einen langen Zeitraum sind. In den letzten zehn Jahren hat die aDNA Forschung - zusätzlich zu den Erkenntnissen anderer Disziplinen - stets neue Erkenntnisse geliefert, welche bestehende Mythen zur "Reinheit" gewisser Bevölkerungen widerlegen und damit rassistische und nationalistische Erzählungen falsifizieren. Zwar wurde immer wieder

versucht, Genetik als Instrument zur Bestimmung der Gruppenzugehörigkeit zu missbrauchen, halten wir es für unangemessen, genetische Daten als Mittel zur Identitätsfindung zu verwenden ¹.

Die rasche Zunahme der veröffentlichten genomweiten Daten von (prä-)historischen Individuen, welche von 2009 bis heute auf mehr als 6,000 Individuen angestiegen sind, wurde zunehmend von Diskussionen begleitet, wie diese Forschung an alter DNA ethisch zu gestalten ist ²⁻¹⁶, und welche auf bereits früheren Gesprächen aufbauen ¹⁷⁻²⁴. Die besondere Dringlichkeit ethischer Richtlinien in der aDNA-Forschung ergibt sich aus dem raschen Wachstum des Feldes, der sozialen und politischen Auswirkungen der Erforschung der Abstammungsgeschichte und der Tatsache, dass bei der Arbeit mit alter DNA einst lebende Menschen analysiert werden, die respektiert werden müssen.

Die institutionellen oder staatlichen Richtlinien für die Einholung von Genehmigungen zur Analyse alter DNA sind unterschiedlich und gewährleisten nicht automatisch eine ethisch akzeptable Forschung. Forschende stehen in der Pflicht höhere Standards zu erfüllen, als beispielsweise einige staatliche Behörden verlangen, allerdings gibt es keinen Konsens darüber, was dies im Detail bedeutet ^{11,25-27}. In zunehmendem Maße enthalten Veröffentlichungen von Studien alter DNA auch Erklärungen der Forschungsteams wie ethische Fragen behandelt wurden ²⁸⁻³⁸. Dies ist eine Entwicklung, die wir unterstützen. Auch einzelne Fach-Organisationen haben begonnen Richtlinien zu formulieren ^{15,39}, und mindestens ein Drittmittelantrag wurde gewährt, um solche Fragestellungen im Zusammenhang mit der Forschung an prähistorischen indigenen Gruppen Nordamerikas zu untersuchen ⁴⁰. Eine unterzeichnete Erklärung zu ethischen Fragen einer international breit gefächerten und repräsentativen Gruppe von Wissenschaftler_innen, die sich mit der Erforschung von aDNA befasst, fehlt allerdings bislang.

Am 4. und 5. November 2020 sind wir mit mehr als 60 Expert_innen aus den Fachrichtungen Archäologie, Anthropologie, Genetik, sowie Kurator_innen aus über 30 Ländern und diversen globalen Gemeinschaften zu einem virtuellen Workshop über Ethik zusammengekommen. Alle Teilnehmer_innen haben sich verpflichtet, Forschung an DNA aus menschlichen Überresten durchzuführen, die ethisch verantwortungsbewusst und gleichsam sensibel für die verschiedenen Perspektiven der Beteiligten ist (d.h. Personen, die eine Verbindung zu einer Studie haben, einschließlich Nachkommengemeinschaften, Verantwortliche für die Aufbewahrung

menschlicher Überreste und andere Forschende). Im Folgenden stellen wir Fallstudien aus verschiedenen globalen Kontexten vor, um die Bandbreite der Problematik bezüglich Konsultation (d.h. Einbeziehung und gegenseitiger Beratung) von Gemeinschaften und indigenen Gruppen zu veranschaulichen und zu zeigen, wie unterschiedlich die entsprechenden Ansätze und Interpretationen weltweit sind. Im Anschluss schlagen wir allgemeine Richtlinien für die DNA-Forschung an menschlichen Überresten vor, welche weltweit anwendbar sind (Kasten 1).

Ethisches Engagement mit Gemeinschaften ist kontextspezifisch

Ein Großteil der Literatur über ethische DNA-Forschung an alten Individuen konzentriert sich auf die Vereinigten Staaten (US)^{3,4,13,15}. Diese Diskussionen haben Empfehlungen zur Förderung der Zusammenarbeit zwischen Forschenden und indigenen Gemeinschaften hervorgebracht, die in einem von der *American Society of Human Genetics* veröffentlichten Forschungsleitfaden zusammengefasst sind. Darin wird vorgeschlagen, dass alle Studien zur Erforschung alter DNA folgende Kriterien beinhalten sollten: formelle Konsultationen, kulturelle und ethische Erwägungen, den Einbezug lokaler Gemeinschaften und die Unterstützung des Aufbaus von lokalen Strukturen, die Entwicklung von Plänen zu Veröffentlichung, Datenmanagement, und langfristigen Zuständigkeiten¹⁵.

Die Berücksichtigung indigener Perspektiven ist in Regionen, die von kolonialer Besiedlung, Enteignung von Ländereien und Artefakten, sowie anhaltender Entrechtung indigener Gemeinschaften betroffen sind, von entscheidender Bedeutung; eine fehlende Konsultation der Gemeinschaften kann in solchen Kontexten enormen Schaden anrichten^{5,6}. In den USA fallen alle alten Überreste von Ureinwohnern, die in staatlich finanzierten Einrichtungen aufbewahrt werden, unter den *Native American Graves Protection and Repatriation Act* (NAGPRA), der vorschreibt, dass die Einrichtungen diese Überreste (ob kulturell identifizierbar oder nicht) an indigene Gruppen übergeben müssen. In Australien sehen analoge Gesetze die Rückführung menschlicher Überreste vor, die von Aborigines und Torres Strait Islander Gemeinschaften stammen und in einigen Fällen bis zu 40.000 Jahre alt sind^{41,42,43}. Jedoch passt diese Regel, nach der heutige Gemeinschaften mit alten Individuen in Verbindung gebracht werden, in bestimmten Fällen nicht. Hierzu zählen Fälle, bei denen menschliche Überreste erforscht werden, zu denen es nur geringe oder keine materiellen oder mündlichen Anknüpfungspunkte an heutige Gruppen gibt, oder bei

denen die Vorstellung, dass bestimmte Gruppen einen Anspruch auf das kulturelle Erbe dieser Überreste vor anderen erheben könnten, zu sozialen Konflikten beitragen könnte.

Regierungsinstitutionen vertreten bereits indigene Interessen

In vielen Ländern Amerikas ist das indigene Erbe in die nationale Identität eingebettet und wurde in die kulturellen Institutionen der Regierung integriert. Nach der Unabhängigkeit Mexikos beispielsweise haben *Mestizos* (Menschen gemischter Abstammung), die die große Mehrheit der Bevölkerung bilden, das Erbe der Nahua (Azteken), Maya, Zapoteken und anderer indigener Gruppen als integralen Bestandteil der nationalen Identität angenommen⁴⁴⁻⁴⁶. In Peru wurde das Kulturministerium im Zusammenhang mit dem *Indigenismo* gegründet, einer Bewegung, die sich die Förderung der indigenen Kultur und die Bekämpfung der Diskriminierung zum Ziel gesetzt hat⁴⁷⁻⁴⁹. In solchen Kontexten kann es eine geeignete Form des Engagements sein, Genehmigungen zur Analyse menschlicher Überreste von der Regierung einzuholen, oder von Organisationen die das Kulturerbe verwalten. Eine Übertragung von US-amerikanischen Regularien kann hier eher kontraproduktiv sein. Die Autoren dieses Artikels haben mehrfach die Erfahrung gemacht, dass sie in Rezensionen zu DNA-Studien über Mittel- und Südamerika darauf hingewiesen wurden, dass die Arbeiten nicht den in den USA entwickelten Standards für indigenes Engagement entsprechen^{3,4}. Jedoch empfinden diejenigen unter uns, die aus Mexiko, Mittel- und Südamerika stammen, solche Bewertungen bestenfalls als paternalistisch und schlimmstenfalls als kolonialistisch, insbesondere vor dem Hintergrund, dass in vielen Ländern das indigene Erbe in größerem Umfang als in den USA angenommen wurde und ebenfalls weitaus deutlicher in staatliche Genehmigungsverfahren und kulturelle Institutionen einbezogen wurde.

Die Beziehungen zwischen den Regierungen und den indigenen Gemeinschaften in Amerika sind jedoch sehr unterschiedlich, und Forschende sollten von Fall zu Fall entscheiden, wann zusätzliche Konsultationen erforderlich sind. In Peru und Mexiko sind Gruppen, für die das indigene Erbe ein wichtiger Teil der Identität ist, in unterschiedlichem Maße in der Regierung vertreten. In Brasilien werden indigene Gemeinschaften oft entrechtet, und es gibt keine gesetzlichen Mechanismen, der indigenen Gemeinschaften Mitsprache am Schicksal archäologischer Materialien, die von ihren Vorfahren stammen, einräumt⁵⁰. In Argentinien wird ein gesetzliches Mandat, das besagt, dass für die Durchführung von Projekten, die indigenes kulturelles Erbe betreffen, die Zustimmung der

zugehörigen Gemeinschaft eingeholt werden muss, nicht immer befolgt. In Guatemala werden die Maya und andere indigene Gruppen, die etwa die Hälfte der Bevölkerung ausmachen, weiterhin marginalisiert. In solchen Kontexten liegt es in der ethischen Verantwortung des Forschungsteams, über das vorgeschriebene gesetzliche Maß hinaus zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen, um die Perspektiven indigener Gruppen einzubeziehen.

Globale Unterschiede in der Bedeutung von Indigenität

Die Bedeutung von Indigenität variiert weltweit. In Afrika sind die Nachfahren der kolonisierten Gruppen heute in der Überzahl, und Indigenität bezieht sich oft eher auf politische oder soziale Marginalisierung aufgrund der Identität als darauf, wie lange bestimmte Gruppen in einer Region ansässig sind⁵¹. Viele afrikanische Gemeinschaften haben komplexe Beziehungen zu dem Land, auf dem sie leben, einschließlich der Geschichte kolonialer und postkolonialer Vertreibung und Interventionen. In einigen Regionen erkennen die Menschen frühere lokale Bevölkerungsgruppen nicht als ihre Verwandten an. Dies kann auf Unterschiede zwischen vergangenen und heutigen religiösen oder kulturellen Glaubenssystemen zurückzuführen sein⁵², auf kollektive Erinnerungen an die Einwanderung aus einer anderen Region, auf Angst vor Repressalien, wenn man mit anderen Gruppen in Verbindung gebracht wird, oder auf die anhaltenden Nachwehen von Entscheidungen, die während der europäischen Kolonialisierung getroffen wurden, welche die sozio-politische Landschaft zerrissen haben und noch immer zu Gewalt und Vertreibung beitragen. In solchen Situationen ist eine sorgfältige Konsultation aller Beteiligten, von lokalen Gruppen bis hin zu Regierungsvertretern, erforderlich, um sicherzustellen, dass die Übertragung von Entscheidungsgewalt über das kulturelle Erbe nicht zu einer Verschärfung sozialer Konflikte führt. In den betreffenden Fällen wäre es nicht ratsam, Indigenität als Grundsatz für die Genehmigung von aDNA-Analysen in den Mittelpunkt zu stellen.

Ein dringenderes Problem im Zusammenhang mit der Erforschung alter DNA in Afrika (und in vielen anderen Regionen) ist die Konfrontation mit der kolonialen Vergangenheit der menschlichen Überreste, die auf unethische Weise gesammelt und häufig unter zweifelhaften Umständen ins Ausland gebracht wurden^{53,54}. Forschende müssen sowohl mit den Institutionen, die diese Überreste verwahren, als auch mit Wissenschaftler_innen aus den jeweiligen Herkunftsländern zusammenarbeiten, um Genehmigungen für die Untersuchung der menschlichen

Überreste einzuholen, und sie müssen sich im Rahmen ihrer Arbeit auf Diskussionen über Herkunft, historische Ungerechtigkeiten, Rückführung und Rückgabe einlassen⁵⁵⁻⁵⁸. Eine hiermit zusammenhängende Herausforderung ist die Geschichte der ungerechten und oft ausbeuterischen Forschung in Afrika durch vorwiegend europäische und nordamerikanische Wissenschaftler_innen mit minimalem Engagement vor Ort²⁵⁻²⁷. Ausländische Forschende müssen sich vorrangig um den Aufbau einer gerechten Zusammenarbeit bemühen, die Schulungen und andere Maßnahmen zum Aufbau von Kapazitäten vor Ort umfassen kann, und die es den Beteiligten ermöglicht, Forschungsfragen und -konzepte zu gestalten⁵⁹.

Die Betonung von Gruppenidentität birgt in einigen globalen Kontexten hohes Konfliktpotenzial

Im Gegensatz zur geschilderten Situation, gibt es auch viele Länder auf der Welt, in welchen die Diskussionen darüber, wer indigen ist und wer nicht, zu fremdenfeindlichen und nationalistischen Narrativen und Einstellungen beigetragen haben. In diesen Ländern ist die Verwendung indigener Identität zur Zulassung/Nichtzulassung von aDNA-Forschung kein brauchbares, geschweigedenn sinnvolles Konzept, da es zu Konflikten zwischen Gruppen und zu Diskriminierung beitragen kann.

In Indien beispielsweise vermeiden es viele Menschen, nach der Kaste und dem religiösen Hintergrund zu fragen, da eine lange Geschichte des Missbrauchs auf Grundlage von Gruppenidentitäten existiert und darüber hinaus Diskriminierung aufgrund der Kaste verboten ist. Allein der Versuch, zu bestimmen, welche Gruppen heute mehr Anspruch auf das kulturelle Erbe haben als andere, hat nicht nur zu Konflikten beigetragen, sondern ist in weiten Teilen Südasiens nahezu bedeutungslos, da die große Mehrheit der heutigen Gruppen Mischungen derselben Bevölkerungsgruppen sind, deren Vorfahren seit Jahrtausenden auf dem Subkontinent ansässig sind^{60,61}. Es gibt jedoch Fälle, in denen klar ist, wer zu den Ureinwohnern gehört, wie etwa auf den Andamanen⁶². In vielen Teilen Südasiens gibt es fest etablierte Regularien zum Schutz des kulturellen Erbes, und die Arbeit innerhalb dieses Rahmens ist ein wichtiger Mechanismus, um Gemeinschaften vor Schaden zu bewahren.

In Westeurasien haben die Vorstellungen, dass Gruppen, die sich auf lokale Ursprünge berufen und daher einen besonderen Status haben sollen, wiederholt zu Fremdenfeindlichkeit und

Völkermord beigetragen. Nationalisten, die in der Nazizeit die Idee von "Blut und Boden" vertraten, missbrauchten archäologische Forschung, um Landnahme zu legitimieren, indem sie behaupteten, in Osteuropa ausgegrabene Skelette hätten eine "germanische" Morphologie ⁶³. Europäische Archäologen haben jahrzehntelang daran gearbeitet, Narrative zu dekonstruieren, in denen bestimmte Gruppen als Eigentümer kulturellen Erbes deklariert werden. Eine ethische, erkenntnisbasierte aDNA-Forschung muss diesen historischen Entwicklungen in westeurasischen Kontexten folgen und sich von der Verwendung selbsterklärter Vorstellungen über die Verbindungen der Vorfahren zu bestimmten Ländern lösen ⁶³, während gleichzeitig die Perspektiven nationaler Minderheiten, die Gegenstand von Diskriminierung waren, respektiert werden müssen. Die Gefahr, dass sich Regierungsvertreter auf archäologische und aDNA-Forschung berufen, um bevorzugte Narrative der Gruppenidentität zu stützen, die dann zur Rechtfertigung einer Politik der Ausgrenzung herangezogen werden können, ist keinesfalls bloße Theorie, sondern ein aktuelles Problem in einigen Ländern Westeurasiens, wie z.B. in Ungarn oder Israel ⁶⁵⁻⁶⁷.

Fünf weltweit anwendbare Leitlinien für ethische Forschung mit alter DNA

Wir stellen fünf Leitlinien zur Förderung solider ethischer Standards in der Forschung mit alter DNA vor, die für die oben erörterte Bandbreite von Forschungskontexten sowie für andere wichtige Weltregionen gelten können, die wir aus Platzgründen nicht behandelt haben, darunter Zentralasien, Sibirien, Ostasien, Südostasien und Ozeanien (Kasten 1). Wir beginnen mit Leitlinien, die sich mit Fragen der wissenschaftlichen Ethik befassen, und gehen im Anschluss auf eine Forschung ein, die Sensibilität hinsichtlich der Perspektiven indigener Gemeinschaften gewährleistet.

(1) Forschende sollen sicherstellen, dass alle Vorschriften in den jeweiligen Ländern, in denen sie arbeiten und welchen die menschlichen Überreste unterliegen, befolgt wurden. Die Forschenden müssen abwägen, ob es ethisch vertretbar ist, unter den örtlichen Bedingungen der jeweiligen Gesetzeslage/Gesetzgebung, unter welchen die menschlichen Überreste entnommen werden sollen, DNA-Forschung zu betreiben. Sobald sie mit einem Projekt begonnen haben, müssen die Forschenden alle örtlichen Vorschriften einhalten. Dies mag zwar selbstverständlich erscheinen, jedoch haben einige Mitautor_innen die Erfahrung gemacht, dass Forschende, die an aDNA

forschen, nicht immer alle Vereinbarungen befolgt haben. So kann es zum Beispiel notwendig sein, auf mehreren Ebenen Genehmigungen für wissenschaftliche Analysen oder die Ausfuhr von biologischem Material von institutionellen, lokalen, regionalen oder nationalen Behörden einzuholen und diese den entsprechenden evaluierenden Institutionen innerhalb der vereinbarten Fristen vorzulegen. Sind die lokalen Vorschriften unzureichend ⁶⁸, sollten sich die Forschenden an einen höheren Standard halten und die nachstehenden Grundsätze beachten.

(2) Vor Beginn einer Studie sollen die Forschenden einen detaillierten Forschungsplan ausarbeiten, welcher folgende Punkte enthalten sollte: die wissenschaftliche Fragestellung; eine Beschreibung der anzuwendenden Labormethoden und der zu erwartenden Auswirkungen auf die Proben (einschließlich der zu untersuchenden Skelettelemente und der zu verwendenden Menge); eine Beschreibung der zu generierenden DNA Daten; eine Vereinbarung zur Weitergabe von Material an andere Kollaborationspartner; einen Zeitplan für die Rückgabe von nicht verwendetem Material und die gemeinsame Nutzung der Ergebnisse; eine Vereinbarung, wie, wo und durch wen die Ergebnisse verbreitet werden; einen Plan für den Ausbau von lokaler Infrastruktur und Schulungen in beiderseitigem Nutzen; und eine Handhabe für die Speicherung und gemeinsame Nutzung von Daten nach den Grundsätzen offener Daten ⁶⁹. Der Plan sollte den Umfang der Forschung definieren und dabei transparent machen, dass die Analyse genetischer Daten auch in unvorhergesehene Richtungen führen kann. Mit einer solchen Vereinbarung werden die Forschungsabsichten dokumentiert, auf die später Bezug genommen werden kann, falls in der Praxis davon abgewichen wird. Anpassungen des Studiendesigns sollten nur mit der Unterstützung derjenigen erfolgen, die an der ursprünglichen Vereinbarung beteiligt waren: Die Forschenden sollten anerkennen, dass sie mit der Erlaubnis, die Überreste (prä-)historischer Individuen zu untersuchen, auch zu Verwaltern des Materials werden, auf das sich die Vereinbarung bezieht, dass aber damit kein "Besitzanspruch" übertragen wird ⁷⁰. Es liegt in der Verantwortung der Forschenden, in der Vereinbarung die Sichtweise der Kuratoren der menschlichen Überreste sowie anderer Interessensgruppen zu berücksichtigen. Daher sollte diese so verfasst sein, dass sie auch für ein nicht fachkundiges Publikum verständlich ist. Ist die Projektvereinbarung angemessen und von allen beteiligten Parteien abgezeichnet, kann diese einen Weg zur Rückführung menschlicher Überreste aufzeigen, die außerhalb ihres Herkunftsgebiets aufbewahrt wurden.

(3) Forschende sollen den Schaden an menschlichen Überresten minimieren. In jüngster Zeit steht meist ein einziges Skelettelement - das Felsenbein - im Mittelpunkt, welches in der Regel ein Vielfaches mehr an humangenetischen Daten liefert als andere Elemente ⁷¹⁻⁷⁴. Vor diesem Hintergrund ist es besonders wichtig, die Auswirkungen der Forschung auf anthropologische Sammlungen zu minimieren. Forschende sollten daher in Absprache mit anderen Interessensgruppen Strategien entwickeln, um die Sorge um den Schutz von Skelettmaterial mit der wissenschaftlichen Analyse in Einklang zu bringen. Forschende sollten menschliches Skelettmaterial nur dann sammeln, wenn Sie in entsprechenden Verfahren geschult sind die sowohl minimalinvasiv sind als auch die Menge der verwertbaren Daten maximieren ^{11,12,75-78}. Forschende sollten nicht mehr Material entnehmen, als für die Beantwortung ihrer wissenschaftlichen Fragen erforderlich ist. Sie sollten den entsprechenden Kurator_innen eine Dokumentation vorlegen, aus der hervorgeht, wann die Probenentnahme stattgefunden hat, und sie sollten auch negative Ergebnisse melden, um eine wiederholte Analyse mit ähnlichen Methoden an Überresten mit schlechter DNA-Erhaltung zu vermeiden. Vor der Probenentnahme sollte die Morphologie durch hochauflösende Bildgebungsverfahren und bioarchäologische Befundaufnahme dokumentiert werden. Zumindest für sehr alte Individuen oder solche aus einzigartigen Kontexten sollten Mikro-CT-Scans oder Abgüsse angefertigt werden. Zudem sollte erwogen werden, ob nicht zuerst eine Analyse anderer Faunenelemente oder nicht-diagnostischer Überreste erfolgen sollte, um die DNA-Erhaltung an einem Ort zu bewerten.

Nach der Entnahme von Proben kann ein verantwortungsvoller Umgang mit den Überresten auch durch die gemeinsame Nutzung von Material und daraus abgeleiteten molekularen Produkten wie DNA-Extrakten und DNA libraries gefördert werden, wodurch die Notwendigkeit zusätzlicher Probenentnahmen in nachfolgenden Studien verringert werden kann. Die Forschenden sind dafür verantwortlich, resultierende molekulare Produkte zum Zweck der Wiederholbarkeit von Studienergebnissen aufzubewahren. Wir ermutigen die Forschenden auch dazu, eine Genehmigung für die gemeinsame weitere Nutzung von Proben menschlicher Überreste und abgeleiteter Produkte zwischen den Arbeitsgruppen einzuholen. Dies erleichtert die Neubewertung der in der ursprünglichen Studie behandelten Fragen sowie zusätzliche Analysen, die über den Umfang der ursprünglichen Studie hinausgehen, sofern diese weiteren Verwendungen mit den genehmigten Vereinbarungen abstimmbare sind.

(4) Die Forschenden sollen sicherstellen, dass die Daten nach der Veröffentlichung verfügbar gemacht werden, um eine kritische Überprüfung der wissenschaftlichen Ergebnisse zu ermöglichen. aDNA-Daten sollen rechtzeitig veröffentlicht und anschließend zumindest für eine kritische Überprüfung der Ergebnisse zur Verfügung gestellt werden ^{79,80}. Wissenschaftler_innen können aus ethischen Gründen nicht an einer Studie teilnehmen, wenn nicht gewährleistet ist, dass die Daten zumindest zur Überprüfung der Richtigkeit der veröffentlichten Ergebnisse zur Verfügung stehen, und diese Garantie muss in der ursprünglichen Genehmigung der Studie berücksichtigt werden. Dies ist wichtig, um sowohl die Verbreitung von (unbestätigter) Fehlinformation zu verhindern, als auch um künftige Analysen zu ermöglichen, die denselben Fragen nachgehen.

Es hat sich in unserer Forschungsrichtung bewährt, Daten nach der Veröffentlichung in vollem Umfang zur Verfügung zu stellen. In der Tat sind fast alle alten Genomdaten auf diese Weise in dauerhaften öffentlichen Datenbanken veröffentlicht worden, was eine ethische Stärke des Fachgebiets darstellt ⁸¹. Die vollständige Verfügbarkeit von Daten trägt nicht nur zum wissenschaftlichen Fortschritt bei, sondern auch zum verantwortungsvollen Umgang mit menschlichen Überresten, da die Möglichkeit der Wiederverwendung von Daten den Bedarf weiterer Probenentnahmen verringert. Es gibt jedoch auch Situationen, in welchen es ethisch vertretbar wäre, die Wiederverwendung alter DNA-Daten einzuschränken, etwa wenn die Veröffentlichung von Ergebnissen bestimmter Analysen den Beteiligten (z.B. heute lebende Nachfahren) zum Nachteil gereichen könnte, und somit die Vorteile vollständig öffentlicher Daten überwiegen ^{6,10,82}. In solchen Fällen - die im Rahmen der Interessensgruppen vor Beginn der Studie ermittelt werden sollten - sollte die Datenweitergabe auf qualifizierte Forschende beschränkt sein, welche sich bereit erklären, die Daten nur zum Zweck der Aufarbeitung der Studienergebnisse zu analysieren, und dieser Punkt sollte in der ursprünglichen Vereinbarung integriert sein.

Wenn die Daten nicht in vollem Umfang öffentlich zugänglich gemacht werden können, sollte die Verwaltung und Weitergabe der Daten zum Zweck der kritischen Überprüfung der Ergebnisse von einer Organisation übernommen werden, die über Fachwissen zur Verhinderung von Datenmissbrauch verfügt und idealerweise selbst kein Interesse an den Forschungsergebnissen hat.

Es wurde vorgeschlagen, dass Interessensgruppen wie Museen oder indigene Gruppen für die Verwaltung der Herausgabe von Daten nach der Veröffentlichung an Forschende verantwortlich sein könnten^{10,13,15,83}. Aus berufsethischer Perspektive ist es jedoch nicht vertretbar, wenn Forschende anderen qualifizierte Experten, die ein Interesse an den Ergebnissen haben, die Weitergabe von Daten verweigern können, deren Ziel es ist, die in der ursprünglichen Forschungsvereinbarung behandelten Fragen kritisch zu überprüfen. Es gibt etablierte Mechanismen, um die Weitergabe von nicht vollständig öffentlichen Daten an Forschende zu gewährleisten, die deren Nutzung für die Zwecke einer kritischen Überprüfung beantragen. Ein solches Verfahren wird manchmal bei modernen genetischen Daten angewendet, um Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes durch Mechanismen wie die der dbGaP- oder EGA-Archive auszuräumen^{84,85}. Ein Manko besteht jedoch darin, dass der Prozess der Datenbeschaffung langsam sein kann⁷⁸. Es gibt zunehmend mehr Archive biologischer Daten indigener Gruppen, in welchen die Gemeinschaften in die Datenspeicherung und -verbreitung einbezogen werden^{10,13,81,86,87}. Trotz der Tatsache, dass keine Interessensgruppe - einschließlich der Forschenden und Vertretern von Gemeinschaften oder Kuratoren die Herausgabe von Daten kontrollieren sollte, könnten indigen verwaltete Archive eine wichtige Rolle bei der Speicherung und Verteilung von Daten für Zwecke spielen, die nicht von der ursprünglichen Forschungsvereinbarung abgedeckt sind.

(5) Forschende sollen von Beginn einer Studie an andere Interessensgruppen einbeziehen und sicherstellen, dass die Perspektiven dieser Interessensgruppen respektiert und berücksichtigt werden. Ein Projekt zur Gewinnung neuer aDNA-Daten kann von verschiedenen Interessengruppen initiiert werden, einschließlich, aber nicht beschränkt auf lokale Gemeinschaften, Archäologinnen, Anthropologen, Genetikerinnen oder Kuratoren, von denen jeder oder alle Mitglieder des Forschungsteams sein können, wenn sie einen wissenschaftlichen Beitrag zu der Arbeit leisten. Andere Beteiligte, die konsultiert werden, sollten in den Danksagungen der Arbeiten erwähnt werden, wenn sie damit einverstanden sind, genannt zu werden. Interessensvertreter_innen - idealerweise auch Gruppen aus dem Herkunftsort der untersuchten menschlichen Überreste - sollten aktiv in Diskussionen über die Gestaltung der Studie, die Forschungsfragen und die Frage, ob ein wissenschaftliches Projekt fortgesetzt werden

sollte, einbezogen werden. Die Forschenden müssen eine negative Antwort akzeptieren, wenn die Beteiligten die Arbeit nicht kollektiv unterstützen¹⁵.

Sobald ein Konsens über die Fortführung der Arbeit erzielt wurde, erfordert die wissenschaftliche Berufsethik, dass die Forschenden ihre Arbeit bis zur Veröffentlichung fortsetzen können, ohne dass eine weitere Genehmigung erforderlich ist. Der Vorschlag, dass Manuskripte vor der Veröffentlichung von Interessensgruppen, die nicht zum Forschungsteam gehören, genehmigt werden müssen^{15,83}, ist nicht durchführbar, da Forschende aus ethischen Gründen nicht an einer Studie teilnehmen können, bei der dies vorgeschrieben ist. Das Gebot der wissenschaftlichen Unabhängigkeit nach Beginn einer Studie bedeutet jedoch nicht, dass die Forschenden die Ergebnisse veröffentlichen sollten, ohne die Perspektiven der Interessensgruppen hinsichtlich der Auswirkungen der Daten zu berücksichtigen. Es ist sinnvoll, die Beteiligten aufzufordern, sich mit den Forschungsergebnissen auseinanderzusetzen, indem sie ihre Sichtweise einbringen oder vor der Veröffentlichung kritisches Feedback geben, insbesondere wenn die Ergebnisse überraschend sind und bisherige Annahmen in Frage stellen. Anhaltende Auseinandersetzungen mit anderen Interessensgruppen nach Beginn einer Studie ist ein wirksamer Mechanismus, mit dem Forschende ihrer berufsethischen Verpflichtung nachkommen können, und auch um zu verstehen, ob die Berichterstattung von Ergebnissen in einer bestimmten Weise möglichen Schaden anrichten könnte. Wenn diese Gespräche darauf hindeuten, dass die Veröffentlichung von Ergebnissen einer Interessensgruppe erheblichen Schaden zufügen würden, sollten die Forschenden erwägen diese Ergebnisse nicht zu veröffentlichen.

Während der Durchführung sollten die Forschenden bereit sein, Auskunft über den Verlauf des Projekts zu geben, und sie sollten sich verpflichten, die Ergebnisse nach Abschluss eines Projekts zusammenzufassen und den Interessensgemeinschaften zukommen zu lassen. Es sollte von Anfang an klargelegt werden, was die möglichen Ergebnisse der Studie sein könnten, dass genetische Daten mit anderen Formen des Wissens im Widerspruch stehen können und dass die Ergebnisse wissenschaftlicher Analysen zwar als wissenschaftliche Ergebnisse veröffentlicht werden, aber hierdurch nicht die Bedeutung traditioneller Fachkenntnisse und tief verwurzelter Überzeugungen diskreditiert, geschmälert oder verringert wird. Diskrepanzen zwischen den

Ergebnissen genetischer Analysen und anderen Erkenntnissen sollten berichtet werden, da sie Bestandteil eines komplexen Verständnisses der Vergangenheit sind.

Die Forschenden sollten sich verpflichten, mit den Interessensvertreter_innen gemeinsam an öffentlichen Angeboten zu arbeiten, die wissenschaftliche Ergebnisse einem breiteren Publikum zugänglich machen. Dazu kann die Zusammenarbeit mit lokalen Kolleg_innen gehören, um die gemeinsamen Ergebnisse in lokale Sprachen zu übersetzen^{30,35,36,88,89}, sowie die Entwicklung von Bildungsressourcen für Kinder⁹⁰⁻⁹³, die Erstellung von Broschüren und Faltblättern für Bibliotheken oder andere Gemeindezentren oder die Zusammenarbeit mit Museen bei der Gestaltung von Ausstellungen. Gegebenenfalls sollten die Forschenden einen Beitrag zur Aus- und Weiterbildung leisten, insbesondere für Mitglieder von Interessensgruppen und lokalen Gemeinschaften^{4,15}, und sie sollten Möglichkeiten zur Verbesserung der kuratorischen Rahmenbedingungen von Sammlungen in Erwägung ziehen¹¹. Dazu kann die Bereitstellung von Ressourcen gehören, die für die Teilnahme an der Generierung, Interpretation und Verbreitung von Daten erforderlich sind, z. B. Schulungen für die Entnahme von Proben menschlicher Überreste oder Labortechniken sowie finanzielle Unterstützung für die Weiterbildung oder die Teilnahme an Fachkonferenzen. Es ist zudem wichtig, dass über entsprechenden Finanz- und Drittmittelgeber (für Projekte) auch angemessene Mittel für Initiativen zum Aufbau von lokaler Forschungsinfrastruktur bereitgestellt werden.

Förderung ethischer DNA-Forschung an menschlichen Überresten aus historischer und prähistorischer Zeit

Als Teil ihrer Arbeit haben Wissenschaftler_innen auch eine umfassendere Verpflichtung, ideologisch motivierte Verzerrungen von Forschungsergebnissen zu korrigieren. Im Anschluss an ihre Erstveröffentlichung, werden viele wissenschaftliche Studien von Wissenschaftsjournalist_innen oder Pädagog_innen zusammengefasst, um sie einem breiten Publikum zu vermitteln. Es hat jedoch Fälle gegeben, in denen journalistische und staatliche Stellen Studienergebnisse zu politischen Zwecken falsch dargestellt haben. Wissenschaftler_innen stehen in der Pflicht, derartige Fehlinterpretationen oder Datenmissbrauch zu korrigieren, sofern dies angebracht ist⁶⁶. Öffentlichkeitsarbeit kann durch

populärwissenschaftliche Artikel und Bücher sowie durch Beiträge in sozialen Medien und Dokumentarfilmen geleistet werden⁹⁴⁻¹⁰².

Angesichts der überwältigenden Unterstützung dieser Richtlinien durch die verschiedenen Teilnehmer_innen unseres Workshops gehen wir davon aus, dass auch die breitere wissenschaftliche Gemeinschaft, die sich mit der Erforschung alter DNA befasst, diese Grundsätze unterstützen wird, und schlagen vor, dass diese eine Grundlage für offizielle Richtlinien von Zeitschriften, Fachorganisationen und Bewilligungsbehörden bilden könnten.

Kasten 1 - Fünf weltweit anwendbare Leitlinien für die DNA-Forschung an menschlichen Überresten

- (1) Forschende sollen sicherstellen, dass alle Vorschriften in den jeweiligen Ländern, in denen sie arbeiten und welchen die menschlichen Überreste unterliegen, befolgt wurden.
- (2) Vor Beginn einer Studie sollen die Forschenden einen detaillierten Forschungsplan ausarbeiten
- (3) Forschende sollen den Schaden an menschlichen Überresten minimieren.
- (4) Die Forschenden sollen sicherstellen, dass die Daten nach der Veröffentlichung verfügbar gemacht werden, um eine kritische Überprüfung der wissenschaftlichen Ergebnisse zu ermöglichen.
- (5) Forschende sollen von Beginn einer Studie an andere Interessensgruppen einbeziehen und sicherstellen, dass die Perspektiven dieser Interessensgruppen respektiert und berücksichtigt werden.

Übersetzung dieses Artikels in mehr als 20 Sprachen

Das Review dieses Artikels erfolgte in englischer Sprache und der Artikel ist frei von Beschränkungen zugänglich. Die Autoren haben komplette Übersetzungen in mehr als 20 Sprachen vorbereitet, inklusive Afrikaans, Arabisch, Chinesisch, Deutsch, Französisch, Hebräisch, Hindi, Japanisch, Katalanisch, Kroatisch, Panjabi, Portugiesisch, Russisch, Schwedisch, Singhalesisch, Spanisch, Swahili, Tamil, Türkisch, Ungarisch, Urdu und Xhosa. Diese Übersetzungen befinden sich auf figshare.com.

Danksagung

Die Teilnehmer des Workshops zur Ethik der aDNA, die Autoren sind, danken vielen weiteren Kollegen, die diesen Artikel durch Diskussionen und kritische Kommentare verbessert haben. Um einen offenen Zugang zu gewährleisten, haben die Autoren eine CC BY-Lizenz für das öffentliche Urheberrecht auf alle von den Autoren akzeptierten Manuskripte angewendet, die aus diesem Beitrag hervorgehen. C.J.F. dankt für die Unterstützung durch das Australian Research Council Discovery Project DP160100811. V.G. dankt für die Unterstützung durch die National Research Foundation (NRF) South Africa; die geäußerten Meinungen und Schlussfolgerungen sind die der Autoren und werden nicht unbedingt der NRF zugeschrieben. M.O. dankt für die Unterstützung durch den Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Zuschuss 302163/2017-4, und durch die Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Zuschuss 2018/23282-5. P.S. dankt dem Francis Crick Institute für die Kernfinanzierung (FC001595) durch Cancer Research UK, den UK Medical Research Council und den Wellcome Trust. V.S. dankt für die Finanzierung durch das Alon Fellowship. M.S. dankt für die Unterstützung durch den niederländischen Forschungsrat (VI.C.191.070). A.S.-N. dankt für das János Bolyai-Forschungsstipendium der Ungarischen Akademie der Wissenschaften. K.T. wurde durch ein J.C. Bose Fellowship, SERB, und CSIR, Ministerium für Wissenschaft und Technologie, Regierung von Indien, unterstützt. C.W. dankt für die Unterstützung durch den European Research Council (ERC-2017-StG 804844- DAIRYCULTURES) und die Werner Siemens Stiftung. Die Autoren der Harvard Medical School danken für die Unterstützung durch die John Templeton Foundation (6122) und das Howard Hughes Medical Institute. Die Autoren vom MPI Leipzig und MPI Jena werden von der Max-Planck-Gesellschaft und dem Max-Planck-Harvard-Forschungszentrum für

die archäologisch-naturwissenschaftliche Erforschung des antiken Mittelmeerraums (MHAAM) gefördert.

Beiträge der Autoren

Alle Autoren haben an den Diskussionen teilgenommen und sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

Interessenskonflikte

Die Autoren erklären, dass sie keine Interessenskonflikte haben.

Referenzen

1. Booth, T. J. A stranger in a strange land: a perspective on archaeological responses to the palaeogenetic revolution from an archaeologist working amongst palaeogeneticists. *World Archaeology* **51**, 586–601 (2019).
Perspektive eines Archäologen hinsichtlich der Herausforderungen und Vorteile der Integration paläogenomischer Daten mit archäologischen Daten, mit dem Ziel ein umfassenderes Verständnis der Menschen in der Vergangenheit zu entwickeln.
2. Austin, R. M., Sholts, S. B., Williams, L., Kistler, L. & Hofman, C. A. Opinion: To curate the molecular past, museums need a carefully considered set of best practices. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **116**, 1471–1474 (2019).
Musealer Blick auf die Verantwortung für die Erhaltung von Sammlungen und mit Anleitungen für die Bewertung von Anfragen für biomolekulare Untersuchungen.
3. Bardill, J. *et al.* Advancing the ethics of paleogenomics. *Science* **360**, 384–385 (2018).
Bietet indigene Perspektiven zu ethischen Best Practices in der aDNA-Forschung und gibt Richtlinien für eine angemessene Zusammenarbeit mit den betreffenden lokalen Interessensgruppen.
4. Claw, K. G. *et al.* A framework for enhancing ethical genomic research with Indigenous communities. *Nature Communications* **9**, 2957 (2018).
5. Claw, K. G. *et al.* Chaco Canyon Dig Unearths Ethical Concerns. *Human Biology* **89**, 177 (2017).
6. Cortez, A. D., Bolnick, D. A., Nicholas, G., Bardill, J. & Colwell, C. An ethical crisis in ancient DNA research: Insights from the Chaco Canyon controversy as a case study. *Journal of Social Archaeology* 146960532199160 (2021)
doi:10.1177/1469605321991600.
7. Crellin, R. J. & Harris, O. J. T. Beyond binaries. Interrogating ancient DNA. *Arch. Dial.* **27**, 37–56 (2020).
8. Eisenmann, S. *et al.* Reconciling material cultures in archaeology with genetic data: The nomenclature of clusters emerging from archaeogenomic analysis. *Scientific Reports* **8**, 13003 (2018).
9. Gibbon, V. E. African ancient DNA research requires robust ethics and permission protocols. *Nature Reviews Genetics* **21**, 645–647 (2020).
Rezension, die betont, dass die in Afrika für die Genomforschung an lebenden Menschen entwickelten ethischen Leitlinien in abgewandelter Form auch auf aDNA-Studien angewandt werden können, und Protokolle hervorhebt, die in Zusammenarbeit zwischen südafrikanischen Institutionen, Behörden und lokalen Gemeinschaften entwickelt wurden.

10. Hudson, M. *et al.* Rights, interests and expectations: Indigenous perspectives on unrestricted access to genomic data. *Nature Reviews Genetics* **21**, 377–384 (2020).
11. Prendergast, M. E. & Sawchuk, E. Boots on the ground in Africa’s ancient DNA ‘revolution’: archaeological perspectives on ethics and best practices. *Antiquity* **92**, 803–815 (2018).
- Rezensioniert ethische Fragen spezifisch für bioarchäologische Forschung in Afrika und schlägt Richtlinien für *Best Practices* für aDNA Forschungen in Sammlungen vor.**
12. Sirak, K. A. & Sedig, J. W. Balancing analytical goals and anthropological stewardship in the midst of the paleogenomics revolution. *World Archaeology* **51**, 560–573 (2019).
13. Tsosie, K. S., Begay, R. L., Fox, K. & Garrison, N. A. Generations of genomes: advances in paleogenomics technology and engagement for Indigenous people of the Americas. *Curr Opin Genet Dev* **62**, 91–96 (2020).
14. Hakenbeck, S. E. Genetics, archaeology and the far right: an unholy Trinity. *World Archaeology* **51**, 517–527 (2019).
15. Wagner, J. K. *et al.* Fostering Responsible Research on Ancient DNA. *The American Journal of Human Genetics* **107**, 183–195 (2020).
- Dieser Leitfaden zur Förderung des ethischen Engagements von Forschenden und Interessensgruppen, die an der Erforschung alter DNA beteiligt sind, war die erste Reihe von Empfehlungen, die von einer Fachorganisation, der *American Society of Human Genetics*, verabschiedet wurde.**
16. Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Leipzig. Department of Archaeogenetics. Assessment and Reflection on the Ethical Dimensions of Archaeogenetics Research. <https://www.eva.mpg.de/archaeogenetics/ethics.html>.
17. Evison, M. P. Genetics, ethics and archaeology. *Antiquity* **70**, 512–514 (1996).
18. Friedlaender, J. S., Gentz, F., Green, K. & Merriwether, D. A. A cautionary tale on ancient migration detection: mitochondrial DNA variation in Santa Cruz Islands, Solomon Islands. *Hum Biol* **74**, 453–471 (2002).
19. Holm, S. The Privacy of Tutankhamen – Utilising The Genetic Information In Stored Tissue Samples. *Theor Med Bioeth* **22**, 437–449 (2001).
20. Hublin, J.-J. *et al.* Suggested guidelines for invasive sampling of hominid remains. *Journal of Human Evolution* **55**, 756–757 (2008).
21. Kaestle, F. A. & Horsburgh, K. A. Ancient DNA in anthropology: Methods, applications, and ethics. *Am. J. Phys. Anthropol.* **119**, 92–130 (2002).

22. Lalueza Fox, C. Ancient DNA studies and new bioethic problems. *Hum. Evol.* **12**, 287 (1997).
23. O'Rourke, D. H., Hayes, M. G. & Carlyle, S. W. Ancient DNA Studies in Physical Anthropology. *Annu. Rev. Anthropol.* **29**, 217–242 (2000).
24. Sealy, J. Managing collections of human remains in South African museums and universities: ethical policy-making and scientific value: reviews of current issues and research findings: human origins research in South Africa. *South African Journal of Science* **99**, 238–239 (2003).
25. Morris, A. Ancient DNA comes of age, but still has some teenage problems. *S. Afr. J. Sci* **113**, (2017).
26. Schroeder, D. What is ethics dumping? *The Biologist* **66**, 22–25 (2019).
27. Bockarie, M. J. We need to end “parachute” research which sidelines the work of African scientists. *Quartz Africa* <https://qz.com/africa/1536355/african-scientists-are-sidelined-by-parachute-research-teams/> (2019).
28. Rasmussen, M. *et al.* An Aboriginal Australian Genome Reveals Separate Human Dispersals into Asia. *Science* **334**, 94–98 (2011).
29. Rasmussen, M. *et al.* The genome of a Late Pleistocene human from a Clovis burial site in western Montana. *Nature* **506**, 225–229 (2014).
30. Posth, C. *et al.* Reconstructing the Deep Population History of Central and South America. *Cell* **175**, 1185–1197.e22 (2018).
31. Scheib, C. L. *et al.* Ancient human parallel lineages within North America contributed to a coastal expansion. *Science* **360**, 1024–1027 (2018).
32. Bongers, J. L. *et al.* Integration of ancient DNA with transdisciplinary dataset finds strong support for Inca resettlement in the south Peruvian coast. *PNAS* **117**, 18359–18368 (2020).
33. Fernandes, D. M. *et al.* A genetic history of the pre-contact Caribbean. *Nature* **590**, 103–110 (2021).
34. Fleskes, R. E. *et al.* Ancestry, health, and lived experiences of enslaved Africans in 18th century Charleston: An osteobiographical analysis. *Am J Phys Anthropol* **175**, 3–24 (2021).
35. Nakatsuka, N. *et al.* A Paleogenomic Reconstruction of the Deep Population History of the Andes. *Cell* **181**, 1131–1145.e21 (2020).

36. Nakatsuka, N. *et al.* Ancient genomes in South Patagonia reveal population movements associated with technological shifts and geography. *Nat Commun* **11**, 3868 (2020).
37. Wang, C.-C. *et al.* Genomic insights into the formation of human populations in East Asia. *Nature* **591**, 413–419 (2021).
38. Wibowo, M. C. *et al.* Reconstruction of ancient microbial genomes from the human gut. *Nature* **594**, 234–239 (2021).
39. Society for American Archaeology. Statement Concerning the Treatment of Human Remains. (2021).
40. aDNA Ethics. *aDNA Ethics* <http://www.adnaethics.org/>.
41. Pickrell, J. Ancient Australian goes home. *Science* **358**, 853–853 (2017).
42. Department of Communications and the Arts. Australian Government Policy on Indigenous Repatriation. <https://www.arts.gov.au/documents/australian-government-policy-indigenous-repatriation> (2016).
43. Australian Institute of Aboriginal and Torres Strait Islander Studies. Return of Cultural Heritage. <https://aiatsis.gov.au/about/what-we-do/return-cultural-heritage> (2021).
44. Moctezuma, E. M. *Las piedras negadas: De la Coatlicue al Templo Mayor*. (Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 1998).
45. Wade, P. *Race and Ethnicity in Latin America: How the East India Company Shaped the Modern Multinational (Edition 2)*. (Pluto Press, 2010).
46. Ortega Muñoz, Allan & Tiesler, Vera. La antropología física y la bioarqueología: diálogos encontrados entre sus actores. in *Colecciones esqueléticas humanas en México: excavación, catalogación, conservación y aspectos normativos* (eds. Márquez Morfín, Lourdes & Ortega Muñoz, Allan) 399–413 (Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2011).
47. Devine, T. L. Indigenous identity and identification in Peru: Indigenismo, education and contradictions in state discourses. *Journal of Latin American Cultural Studies* **8**, 63–74 (1999).
48. Herrera, Alexander. Indigenous Archaeology. in *Indigenous Peoples and Archaeology in Latin America* (eds. Gnecco, C., Ayala, P., & Gnecco, Cristóbal) 67–88 (2011).
49. Silverman, H. Cultural Resource Management and Heritage Stewardship in Peru. *CRM: The Journal of Heritage Stewardship* **3**, (2006).

50. Endere, M. L., Cali, P. & Funari, P. P. A. *Archaeology and Indigenous Communities: A Comparative Study of Argentinean and Brazilian Legislation. Indigenous Peoples and Archaeology in Latin America* 159–178 (Routledge, 2016). doi:10.4324/9781315426655-15.
51. Hodgson, D. L. Becoming Indigenous in Africa. *African Studies Review* **52**, 1–32 (2009).
52. Plackett, B. Arab-World Archaeologists Must Avoid Disturbing Islamic Graves. *Al-Fanar Media* <https://www.al-fanarmedia.org/2016/05/arab-world-archaeologists-must-avoid-disturbing-islamic-graves/> (2016).
53. Legassick, M., Rassool, C., South African Museum, & Alexander McGregor Memorial Museum. *Skeletons in the cupboard: South African museums and the trade in human remains 1907-1917*. (South African Museum; McGregor Museum, 2000).
54. Redman, S. J. *Bone Rooms: From Scientific Racism to Human Prehistory in Museums*. (Harvard University Press, 2016).
55. Gibbon, V. E. & Morris, A. G. UCT Human Skeletal Repository: Its stewardship, history, composition and educational use. *HOMO-Journal of Comparative Human Biology* **72**, 139-147 (2021).
56. Steyn, M., Morris, A., Mosothwane, M., Nienaber, C. & Maat, G. Introduction: Opening the cupboard – lessons in biology and history from African skeletons. *The South African Archaeological Bulletin* **11**, 1–6 (2013).
57. Smith, A. B. Repatriation begins at home: Violence against South Africa’s underclass, a colonial legacy that needs closure. in *African Memory in Danger* (eds. Mayor, A., Négri, V. & Huysecom, E.) 52–60 (2015).
58. The San Code - Global Code of Conduct. <https://www.globalcodeofconduct.org/affiliated-codes/>.
59. Urassa, M. *et al.* Cross-cultural research must prioritize equitable collaboration. *Nature Human Behaviour* 1–4 (2021) doi:10.1038/s41562-021-01076-x.
60. Nakatsuka, N. *et al.* The promise of discovering population-specific disease-associated genes in South Asia. *Nature Genetics* **49**, 1403–1407 (2017).
61. Reich, D., Thangaraj, K., Patterson, N., Price, A. L. & Singh, L. Reconstructing Indian population history. *Nature* **461**, 489–494 (2009).
62. Thangaraj, K. *et al.* Reconstructing the Origin of Andaman Islanders. *Science* **308**, 996–996 (2005).

63. Arnold, B. ‘Arierdämmerung’: race and archaeology in Nazi Germany. *World Archaeology* **38**, 8–31 (2006).
64. Frieman, C. J. & Hofmann, D. Present pasts in the archaeology of genetics, identity, and migration in Europe: a critical essay. *World Archaeology* **51**, 528–545 (2019).
65. Moody, O. Hungarian royal lineage traced to Afghanistan as Viktor Orban pushes east. *The Times* (2020).
66. Hasson, N. DNA research holds the keys to human history – but it’s being weaponized by politicians. *Haaretz.com* <https://www.haaretz.com/archaeology/.premium-magic-or-a-trap-dna-changes-study-of-the-past-1.8009668> (2019).
67. Wolinsky, H. Ancient DNA and contemporary politics. *EMBO reports* **20**, e49507 (2019).
68. Ali, J. *et al.* A scoping review of genetics and genomics research ethics policies and guidelines for Africa. *BMC Medical Ethics* **22**, 39 (2021).
69. Wilkinson, M. D. *et al.* The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data* **3**, 160018 (2016).
70. Arbour, L. & Cook, D. DNA on loan: issues to consider when carrying out genetic research with aboriginal families and communities. *Community Genet* **9**, 153–160 (2006).
71. Gamba, C. *et al.* Genome flux and stasis in a five millennium transect of European prehistory. *Nature Communications* **5**, 5257 (2014).
72. Pinhasi, R. *et al.* Optimal Ancient DNA Yields from the Inner Ear Part of the Human Petrous Bone. *PLOS ONE* **10**, e0129102 (2015).
73. Hansen, H. B. *et al.* Comparing Ancient DNA Preservation in Petrous Bone and Tooth Cementum. *PLOS ONE* **12**, e0170940 (2017).
74. Parker, C. *et al.* A systematic investigation of human DNA preservation in medieval skeletons. *Sci Rep* **10**, 18225 (2020).
75. Sirak, K. A. *et al.* A minimally-invasive method for sampling human petrous bones from the cranial base for ancient DNA analysis. *BioTechniques* **62**, (2017).
76. Sirak, K. A. *et al.* Human auditory ossicles as an alternative optimal source of ancient DNA. *Genome Res.* **30**, 427–436 (2020).
77. Harney, É. *et al.* A minimally destructive protocol for DNA extraction from ancient teeth. *Genome Res.* **31**, 472–483 (2021).

78. Yates, J. A. F. A-Z of ancient DNA protocols for shotgun Illumina Next Generation Sequencing. (2020) doi:10.17504/protocols.io.bj8nkrve.
79. The next 20 years of human genomics must be more equitable and more open. *Nature* **590**, 183–184 (2021).
80. Powell, K. The broken promise that undermines human genome research. *Nature* **590**, 198–201 (2021).
81. Anagnostou, P. *et al.* When Data Sharing Gets Close to 100%: What Human Paleogenetics Can Teach the Open Science Movement. *PLOS ONE* **10**, e0121409 (2015).
Erörtert die allgemeine Praxis der uneingeschränkten öffentlichen Weitergabe von Daten in der Erforschung alter menschlicher DNA und argumentiert, dass dies der Schlüssel zu zuverlässiger und reproduzierbarer Forschungsarbeit ist.
82. Pictor, M., Huebner, S., Teare, H. J. A., Burchill, L. & Kaye, J. Australian Aboriginal and Torres Strait Islander Collections of Genetic Heritage: The Legal, Ethical and Practical Considerations of a Dynamic Consent Approach to Decision Making. *J Law Med Ethics* **48**, 205–217 (2020).
83. Garrison, N. A. *et al.* Genomic Research Through an Indigenous Lens: Understanding the Expectations. *Annu. Rev. Genom. Hum. Genet.* **20**, 495–517 (2019).
84. Mailman, M. D. *et al.* The NCBI dbGaP database of genotypes and phenotypes. *Nature Genetics* **39**, 1181–1186 (2007).
85. Lappalainen, I. *et al.* The European Genome-phenome Archive of human data consented for biomedical research. *Nature Genetics* **47**, 692–695 (2015).
86. CARE Principles of Indigenous Data Governance. *Global Indigenous Data Alliance* <https://www.gida-global.org/care>.
87. Tsosie, K. S., Fox, K. & Yracheta, J. M. Genomics data: the broken promise is to Indigenous people. *Nature* **591**, 529–529 (2021).
88. Jeong, C. *et al.* A Dynamic 6,000-Year Genetic History of Eurasia’s Eastern Steppe. *Cell* **183**, 890-904.e29 (2020).
89. Wilkin, S. *et al.* Dairy pastoralism sustained eastern Eurasian steppe populations for 5,000 years. *Nature Ecology & Evolution* **4**, 346–355 (2020).
90. Stockhammer, P. W., Mitnik, A., Massy, K. & Knipper, C. Mobilität - Die wissenden Frauen vom Lechtal. *Spektrum der Wissenschaft Spezial Archäologie - Geschichte - Kultur* **4**, 38–41 (2018).

91. Stockhammer, P. W. BRONZEON: Learning by Gaming. *The Archaeologist* **110**, 24–25 (2020).
92. Sirak, K., Keegan, W.F. Where did the first people in the Caribbean come from? *Science Journal for Kids and Teens*. Available in English and Spanish at <https://sciencejournalforkids.org/articles/where-did-the-first-people-in-the-caribbean-come-from/> (2021).
93. Warinner Group. Adventures in Archaeological Science. Translated into more than 30 languages at <http://christinawarinner.com/outreach/children/adventures-in-archaeological-science/> (2017).
94. Birney, E., Inouye, M., Raff, J., Rutherford, A. & Scally, A. The language of race, ethnicity, and ancestry in human genetic research. arXiv:2106.10041 [q-bio] (2021).
95. Fischer, M., Krause, J. & Richter, S. Jena Declaration. The concept of race is the result of racism, not its prerequisite. Opening joint declaration at the 112th Annual Meeting of the German Zoological Society https://www.unijena.de/en/190910_JenaerErklaerung_EN (2019).
96. Gokcumen, O. & Frachetti, M. The Impact of Ancient Genome Studies in Archaeology. *Annu. Rev. Anthropol.* **49**, 277–298 (2020).
97. Howe, N. ‘Stick to the science’: when science gets political. *Nature* (2020) doi:10.1038/d41586-020-03067-w.
98. Krause, J. & Trappe, T. *A Short History of Humanity: A New History of Old Europe*. (Random House, 2021).
99. Orlando, L. *et al.* Ancient DNA analysis. *Nature Reviews Methods Primers* **1**, 1–26 (2021).
100. Reich, D. *Who We Are and How We Got Here: Ancient DNA and the New Science of the Human Past* (Pantheon, 2018).
101. Reich, D. & Patterson, O. Opinion | Ancient DNA Is Changing How We Think About the Caribbean. *The New York Times* (2020).
102. Motti, J. M. B., Luisi, P., Salemme, M., Santiago, F. & Nores, R. 7.000 años de historia en el fin del mundo. *Desde la Patagonia, Difundiendo Saberes* **17**, 12–20 (2020).