

INGA KRETSCHMER, ANDREAS MAIER UND ISABELL SCHMIDT

PROBLEME UND MÖGLICHE LÖSUNGEN BEI DER SCHÄTZUNG VON BEVÖLKERUNGSDICHTEN IM PALÄOLITHIKUM

Zusammenfassung

Die demographische Entwicklung menschlicher Populationen ist in den letzten Jahren zunehmend in den Fokus archäologischer Studien gerückt, da Bevölkerungsgröße und -verbreitung ein grundlegender Aspekt vieler Forschungsgebiete bildet, wie Netzwerkdynamiken, Ausbreitung von Innovationen oder Migrationsprozesse. Die Arbeitsgruppe um Andreas Zimmermann leistet hier, mit regional differenzierten Bevölkerungsdichteschätzungen für zahlreiche Epochen von der Altsteinzeit bis zur Neuzeit, einen grundlegenden Beitrag. Für das Paläolithikum bestehen jedoch zwei Problemfelder, die die Zuverlässigkeit der Schätzungen beeinträchtigen. Einerseits beeinflusst der durch taphonomische Prozesse bedingte Verlust von Fundstellen die Berechnung der Siedlungsgebiete. Andererseits wirkt sich die teilweise ungenügende Datenlage zur Rohmaterialbeschaffung nachteilig auf die Verlässlichkeit der Berechnung von Jäger- und Sammler-Gruppen pro Siedlungsgebiet aus. Da beide Größen – Siedlungs- und die Rohmaterialeinzugsgebiete – die Schätzungen maßgeblich bestimmen, schlagen wir für erstere die Verwendung lokaler Korrekturkurven vor. Für letztere diskutieren wir sowohl mögliche Kalibrationsverfahren für bestehende Datensätze als auch einen alternativen Schätzparameter.

Schlagwörter: Populationsdynamik, Paläolithikum, Jäger und Sammler, Besiedlungsdichte, Rohmaterialeinzugsgebiete

Abstract

Recent interest in the demographic development of human populations has intensified research efforts in this regard. This is likely because population size and distribution are crucial aspects within many fields of research, including network dynamics, the spread of innovations, and the migration processes. The working group led by Andreas Zimmermann makes substantial contributions to this topic by providing regionally distinguished estimates of population densities for many periods from the Palaeolithic up to the present. However, there are two main problems related to the Palaeolithic that impair the reliability of such estimates. On the one hand, taphonomic loss of sites influences the calculation of settlement areas, and on the other hand, a partly insufficient database on raw material procurement negatively affects the reliability of the calculation of the number of groups per settlement area. Since both factors – settlement areas and raw material procurement – are crucial for demographic estimates, we propose the use of local correction curves for the former, and discuss possible calibration methods and an alternative estimation parameter for the latter.

Keywords: population dynamics, Paleolithic, hunter-gatherer, settlement density, raw material catchment areas

Einleitung

Das Verständnis von Populationsdynamiken und demographischen Entwicklungen ist grundlegend für die Beantwortung vieler Fragen, die aktuell in der Archäologie diskutiert werden. Regionales und überregionales Wachstum und Abnehmen von Populationen sind Schlüsselfaktoren für das Verständnis von Migrationsprozessen, das

Aufkommen und die Verbreitung von Innovationen oder den Aufbau und Zerfall von Netzwerken, um nur einige Beispiele zu nennen. Prof. Andreas Zimmermann hat zu Populationsdynamiken über viele Jahre neue Ansätze und eine aktive Forschungstätigkeit am Kölner Institut für Ur- und Frühgeschichte begründet. Seinem langjährigen Forschungsinteresse ist es zu verdanken, dass heute

umfangreiche Daten zur prähistorischen Demographie vorliegen und zur Modellbildung herangezogen werden können.

Generell existieren verschiedene Ansätze und Methoden, um demographische Eigenschaften, wie Bevölkerungsgröße, -verteilung oder -struktur, prähistorischer Gesellschaften im überregionalen und diachronen Vergleich zu schätzen. In der Paläodemographie werden Daten menschlicher Skelettreste verwendet, um Geburten- und Sterberaten zu berechnen, Aussagen zu Altersgliederung und Lebenserwartung einer Bevölkerung zu treffen oder das Aussterben einer Population nachzuvollziehen (z. B. KOKOTIDES/RICHTER 1991; ZUBROW 1989). Um relative Schätzungen von Bevölkerungsgrößen und deren diachronen Veränderungen zu erhalten, werden oft Häufigkeitsverteilungen von Radiokarbonaten verwendet (z. B. RIEDE 2009; SHENNAN u.a. 2013) oder die Zubzw. Abnahme von Fundstellen, Befunden oder Artefakt-häufigkeiten betrachtet (MELLARS/FRENCH 2011; FRENCH/COLLINS 2015).

Diesem Ansatz gegenüber stehen Verfahren, die absolute Angaben zu Anzahl und Dichte von Personen in einem bestimmten Gebiet berechnen (BOCQUET-APPEL u.a. 2005; KRETSCHMER 2015; ZIMMERMANN u.a. 2005, 2009a, 2009b). Dieser Text möchte mit weiterführenden Überlegungen einen Beitrag zu letzterem Ansatz leisten. Besonderes Augenmerk soll hier auf bestehenden Problemen bei der Berechnung zweier zentraler Größen, den Siedlungsgebieten und der Gruppenanzahl pro Siedlungsregion, liegen. Für die Siedlungsgebiete schlagen wir die Verwendung lokaler Korrekturkurven im Sinne von SUROVELL u.a. (2009) vor, um dem taphonomischen Verlust von Fundplätzen Rechnung zu tragen. Für die Rohmaterialeinzugsgebiete bieten wir einerseits Kalibrationsverfahren für bestehende Datensätze an und zeigen andererseits die Möglichkeit eines alternativen Schätzparameters auf, der aus der Fundstellenverteilung selbst gewonnen und somit in allen Zeiten und Gebieten angewendet werden kann.

Schätzungen paläolithischer Bevölkerungsdichten nach der „Kölner Methode“

Seit vielen Jahren ist es ein Schwerpunkt der Arbeit von Andreas Zimmermann und seines Teams am Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität zu Köln, die Forschung zur Bevölkerungsentwicklung prähistorischer

Kulturen voranzubringen. Die Methode, die den demographischen Schätzungen zugrunde liegt, wurde zunächst für sesshafte Kulturen entwickelt und angewendet (HILPERT u.a. 2008; ZIMMERMANN u.a. 2005, 2009a, 2009b) und später am Beispiel des späten Jungpaläolithikums (20.000–14.000 calBP) an die spezifischen Bedingungen mobiler Jäger und Sammler-Gesellschaften angepasst (KRETSCHMER 2015).

Berechnung der Siedlungsgebiete

Die im Folgenden als „Kölner Methode“ bezeichnete Vorgehensweise basiert auf geostatistischen Verfahren, die es ermöglichen, Daten zwischen verschiedenen Skalenniveaus und Kartenausschnitten zu transferieren (zur Skalenproblematik siehe SCHLUMMER u.a. 2014). In mehreren aufeinanderfolgenden Schritten (Berechnung der Thiessen-Polygone, Largest Empty Circle um die Polygon-Vertices, Kriging-Interpolation der Kreisradien, siehe ZIMMERMANN u.a. 2005, 2009b) werden Punktdaten archäologischer Fundstellen zur Erzeugung einer überall in der Fläche definierten Dichteschätzung verwendet. Hierbei sind weniger die spezifischen Verfahren von Bedeutung als vielmehr ihre konsistente, logische Verknüpfung. Aus der interpolierten Fläche werden, basierend auf den Distanzwerten zwischen den Fundplätzen, Isolinien gebildet.

Um eine „Optimale Isolinie“ zu ermitteln, lassen sich verschiedene statistische Werte erheben, von denen sich der Flächenzuwachs als am aussagekräftigsten erweist. Diese Isolinie umfasst die relevanten Siedlungsgebiete, anhand derer weitere Analysen, wie zum Beispiel die Schätzungen von Bevölkerungsdichten, durchgeführt werden können (ZIMMERMANN u.a. 2005).

Der auf der Fundplatzdichte basierende Ansatz besitzt eine hohe Robustizität gegenüber fehlenden Werten, da die absolute Fundplatzanzahl eine untergeordnete Rolle spielt. Lediglich die Entdeckung einer großen Anzahl neuer Fundstellen in bisher weitgehend fundleeren Regionen würde zur Bildung neuer, als dicht besiedelt angesehener Regionen führen. Hingegen hat die Zunahme der Fundstellenanzahl innerhalb eines bereits identifizierten Siedlungsgebiets durch das gewichtete Interpolationsverfahren Kriging nur geringfügige Auswirkungen auf die Größe des betreffenden Siedlungsareals (KRETSCHMER 2015).

Ermittlung paläolithischer Bevölkerungsgrößen

Bei mobilen Jägern und Sammlern ist im Unterschied zu sesshaften Gesellschaften kein ganz- oder gar mehrjährig besiedelter Platz mit einem fest zugehörigen Nutzungsareal vorhanden. Vielmehr wird eine Vielzahl von Orten mit verschiedenen Funktionen für unterschiedlich lange Zeiträume genutzt. Abhängig davon, ob es sich hierbei um langfristige Lagerplätze oder Lokalitäten für kurzfristige Jagd- oder Sammeltätigkeiten wie Schlachtplätze oder Rohmaterialbeschaffungsstätten handelt, variiert auch die Größe der zugehörigen Personengruppen.

Zur Schätzung der Gruppengrößen pro Siedlungsgebiet, also der Region innerhalb einer Optimalen Isolinie, werden Daten zur Rohmaterialbeschaffung gut untersuchter Schlüsselfundstellen verwendet, die es ermöglichen, saisonale bzw. jährliche Schweißgebiete der Jäger- und Sammler-Gruppen zu erschließen. Zur Vergleichbarkeit der erhobenen Daten werden Transportstrecken erst ab einer Distanz von ≥ 5 km berücksichtigt und Rohmaterialien, die vermutlich über Austausch auf den Fundplatz gelangt sind, ausgeschlossen. Die Rohmaterialtransporte weisen darüber hinaus auf regelhafte Verbindungen zwischen einzelnen Siedlungsgebieten hin, die sich zu Großregionen zusammenfassen lassen. Die Fläche der Siedlungsgebiete einer Großregion dividiert durch die Größe des regional durchschnittlichen Schweißgebiets ergibt die mögliche Anzahl von Schweißgebieten innerhalb der Siedlungsgebiete. Dieser Wert entspricht der möglichen Anzahl von Jäger- und Sammler-Gruppen der Größe GROUP2 nach BINFORD 2001 (siehe unten), die diese Siedlungsareale nutzten.

Zur Festlegung der Personenanzahl, die einer solchen Jäger- und Sammler-Gruppe zugeordnet werden kann, werden ethnographische Gruppengrößen von rezenten Wildbeutern herangezogen. Dabei werden, basierend auf Daten zur Wirtschaftsweise im Magdalénien, nur Jäger- und Sammler-Gesellschaften mit entsprechenden Subsistenztechniken ausgewählt (Anteile an der Nahrungsbeschaffung von minimal 50 % Jagd, maximal 30 % Fischen oder Sammeln, unberittene Gesellschaften etc.). Die hierbei ermittelte Personenzahl wird durch Informationen zu Behausungen und Größen jungpaläolithischer Fundstellen verifiziert (KRETSCHMER 2015). Diese kritische Auseinandersetzung mit den ethnographischen Angaben sowie deren Korrelation und Überprüfung anhand archäologischer Daten unterscheidet sich von anderen

Herangehensweisen (vgl. BOCQUET-APPEL u.a. 2005; DELPECH 1999; HASSAN 1981) und gibt dem Analogieschluss im Rahmen der Kölner Methode eine besondere Qualität.

Auch werden die ethnohistorischen Vergleichswerte zur Bevölkerungsdichte nicht direkt in die paläolithischen Siedlungsareale eingesetzt, da diese große Unsicherheiten bergen: Einerseits durch historisch bedingte Veränderungen der Territorien und Wirtschaftsweise, andererseits durch die Abnahme der ursprünglichen Bevölkerungsgrößen, die vor und verstärkt nach dem Kontakt mit der industrialisierten Welt eintraten. Nach der Kölner Methode werden die von BINFORD (2001) relativ unabhängig bestimmten Größen dreier Gruppeneinheiten verwendet, die in erster Linie durch klimatische Verhältnisse und Landnutzungsmuster bestimmt werden und sich somit robuster gegen Veränderungen erweisen. Eine Gemeinschaft der GROUP1 lebt ganzjährig zusammen, wenn die Gesamtbevölkerung räumlich am weitesten verstreut lebt. In GROUP2 schließen sich mehrere GROUP1-Einheiten regelmäßig im jährlichen Zyklus zusammen, z. B. für saisonale Gruppenjagd. GROUP3 umfasst wiederum mehrere GROUP2-Einheiten, die sich unregelmäßig und unabhängig von einem direkten Subsistenzbezug treffen.

Die Kölner Methode erlaubt es, – basierend auf archäologischen Daten – eine absolute Bevölkerungsdichte für die unterschiedlichen Regionen und Zeitabschnitte des Paläolithikums zu schätzen. Insbesondere die regional differenzierten Ergebnisse erhöhen die Auflösung bestehender Schätzungen deutlich und zeigen im synchronen Vergleich ausgeprägte Unterschiede zwischen verschiedenen Regionen, wie beispielsweise der Dordogne, dem Rhein-Maas-Gebiet, der Schwäbischen und Fränkischen Alb oder Mähren (KRETSCHMER 2015, MAIER u.a. in Rev.).

Durch die Anwendbarkeit der Methode sowohl auf sesshafte als auch auf mobile Gesellschaften ist es möglich, demographische Schätzungen vom Paläolithikum bis zur Gegenwart zu erzeugen. Dennoch stehen die Untersuchungen insbesondere der älteren Epochen – vor dem späten Jungpaläolithikum – vor besonderen Herausforderungen. Hier sind durch die im langfristigen Trend zunehmende Länge der Zeitabschnitte bei gleichzeitig abnehmender Fundstellenanzahl unterschiedliche Faktoren wirksam. Zum einen sind dies die in den Zeitabschnitten variierende Entstehung und die anschließende Erhaltung bzw. Auffindbarkeit von Fundstellen. Zusätzlich ist die Qualität und Verfügbarkeit der für die Berechnung notwendigen Daten während der verschie-

denen Perioden des Paläolithikums regional sehr unterschiedlich.

Siedlungsgebiete mobiler Jäger- und Sammler-Gesellschaften – die Optimale Isolinie

Ein zentrales Werkzeug der Kölner Methode ist die Berechnung der Optimalen Isolinie, durch welche die Siedlungsgebiete anhand relevanter Fundstellendichten identifiziert werden. Die Verteilung von Fundstellen in Raum und Zeit wird jedoch durch zahlreiche Faktoren bestimmt. Diese Faktoren gilt es zu benennen und, falls möglich, mit Hilfe sinnvoller Kalibrationen in das Schätzverfahren einzubeziehen.

Entstehung, Verlust und Auffindbarkeit von Fundstellen

Paläolithische Fundstellen sind Überreste von Siedlungsplätzen, an denen sich die Menschen im Rahmen ihres durch Mobilität und Subsistenz geprägten Landnutzungssystems für wenige Stunden bis hin zu mehreren Monaten aufgehalten haben. Im Laufe der Zeit können solche Stationen immer wieder aufgesucht worden sein. Die Besiedlungsdauer und Verteilung dieser Lagerplätze in Raum und Zeit hängt von verschiedenen Faktoren ab, von denen der Naturraum und das damit in Verbindung stehende Landnutzungsmuster sicherlich die wichtigsten sind. Als Beispiel seien hier die durch L. BINFORD (1980) beschriebenen Modelle der „logistical“ und „residential mobility“ genannt.

Bei mobilen Gesellschaften besteht kein stabiles oder gar lineares Verhältnis zwischen der Anzahl von Menschen in einer Gruppe und der Menge der durch sie erzeugten Fundstellen (vgl. BINFORD 2001, Tab. 5.01).

Das Landnutzungsmuster, also die Häufigkeit der Lagerplatzwechsel und die Existenz verschiedener Lagertypen (Basislager, Jagdlager, Aussichtspunkte etc.) sowie die Größe des Schweifgebiets scheinen die Fundstellenanzahl wesentlich stärker zu beeinflussen als die Anzahl der beteiligten Personen. So kann eine Gruppe von 40 Menschen durch häufige Lagerplatzwechsel und die zusätzliche Nutzung kurzfristiger Lager mit spezialisierter Funktion eine größere Anzahl von Fundstellen hinterlassen, als eine Gruppe von 80 Leuten, die als Ganzes nur gelegentlich den Lagerplatz wechselt. Welche der beiden

Gruppen die höhere Fundplatzdichte erzeugt, bleibt fraglich, da die kurzfristigen Stationen zwar zahlreich entstehen, aber auch – besonders wenn sie sich im Freiland befinden – eine geringere Chance auf Überlieferung und Auffindung haben. Auch sind sie schwieriger für Archäologen zu interpretieren als längerfristig bewohnte Plätze.

In Gebieten mit natürlichen „Empfangsstrukturen“ (HAHN 1995, 34), wie Höhlen, Abris oder anderen topographisch prominenten Gunstsituationen, wie Seeufnern oder Talengen, ist die Wahrscheinlichkeit einer wiederholten Nutzung des gleichen Lagerplatzes wahrscheinlicher als in Gegenden mit weitgehend uniformer Morphologie, in denen solche Strukturen fehlen.

Je länger ein Aufenthalt andauert, desto mehr archäologisch fassbares Material wird akkumuliert. Wiederholte Aufenthalte erhöhen daher die archäologische Sichtbarkeit. Außerdem haben fundreiche Plätze zudem eine höhere Wahrscheinlichkeit, über typologisch diagnostische Stücke oder über die Datierung der erhaltenen organischen Komponenten absolut datiert zu werden. Jedoch verringert die wiederholte Besiedlung desselben Platzes auch die Anzahl der insgesamt entstehenden Fundplätze.

Ob das akkumulierte Fundmaterial erhalten bleibt, hängt von den Sedimentations-, Erosions-, und Zersetzungsbedingungen vor Ort ab. Hier sind Fundstellen im Freiland generell stärker betroffen als geschützte Lagen in Höhlen und Abris. Generell gilt, dass im archäologischen Befund Jüngerer im Vergleich zu Älterem in der Überzahl ist. SUROVELL und BRANTINGHAM (2007) zeigen, dass taphonomische Verlusten regelhaft eine exponentiell zunehmende Verteilung der relativen Häufigkeiten archäologischer Fundstellen von Alt nach Jung zur Folge haben.

Zusätzlich kann sich der Forschungsstand in bislang nur wenig untersuchten Regionen auf die Fundstellendichte und somit die Lage der berechneten Optimalen Isolinie auswirken. Allerdings ist seit den 1970er Jahren ein eher geringer Zuwachs neu entdeckter Fundstellen in gut untersuchten Gebieten zu verzeichnen (BOCQUET-APPEL u.a. 2005, 1660). Verlässliche Schätzungen sind daher nur für gut untersuchte Regionen möglich.

Sämtliche Faktoren (Landnutzungsmuster, Vorhandensein von Empfangsstrukturen, Sedimentation/Erosion, Forschungsstand) beeinflussen das Bild der archäologischen Fundstellenverteilung. Ähnliche Verteilungsmuster können somit durch ganz unterschiedliche Faktoren erzeugt werden (Abb. 1).

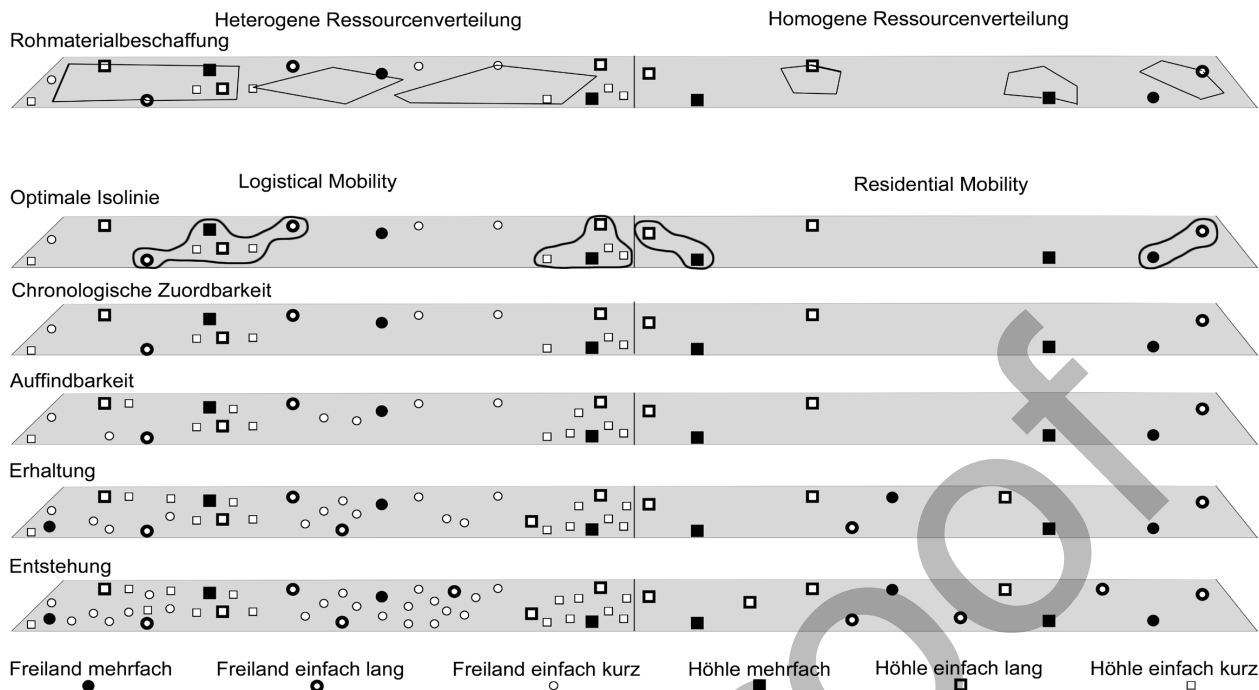


Abb. 1: Schematische Darstellung der Entstehung verschiedener Fundplatzdichten am Beispiel unterschiedlicher Mobilitätsstrategien und Lagerarten sowie ihrer Auswirkung auf die Berechnung der Optimalen Isolinie.

Berücksichtigung der Verlustrate und Landnutzungsmuster bei der Berechnung der Optimalen Isolinie

Generell besitzt die Kölner Methode durch ihren dichte-basierten und gewichteten Ansatz (siehe oben) eine gewisse Unempfindlichkeit gegenüber den durch Landnutzung und Taphonomie in den regionalen und diachronen Fundplatzhäufigkeiten auftretenden Schwankungen, da sie diese stark abschwächt (vgl. WENDT u.a. 2010, 307 ff.). Dies zeigt sich beispielsweise beim Vergleich der bislang erzeugten Schätzungen für das Paläolithikum (KRETSCHMER 2015; MAIER u.a. in Rev.). Hier verändern sich die Siedlungsgebiete innerhalb der durchgängig genutzten Regionen trotz des taphonomischen Verlusts mit zunehmendem Alter kaum. Zusammen mit der Tatsache, dass die Bevölkerungsdichten zunächst für separate Zeitabschnitte berechnet werden, ergibt sich ein substantieller Vorteil gegenüber anderen Studien, die mit diachronen Zuwachsraten arbeiten (vgl. z.B. BOCQUET-APPEL u.a. 2005; FRENCH/COLLINS 2015; SHENNAN u.a. 2013).

Eine regional äußerst geringe Fundstellenzahl resultiert auch mit der Kölner Methode in einer geringeren Fundplatzdichte. Je nach Ausmaß kann sich dies auch auf die Bildung bzw. Nicht-Bildung von Siedlungsgebieten durch die Optimale Isolinie auswirken. Daher wäre es

wünschenswert, den taphonomischen Verlust und die unterschiedlichen Landnutzungsmuster zu berücksichtigen.

SUROVELL u.a. (2009) schlagen die Berechnung taphonomischer Verlustkurven durch den Vergleich von Häufigkeiten vulkanischer Aschen in terrestrischen Archiven vor. Bei entsprechender Verfügbarkeit regionaler Tephren-Daten könnte über diese Verlustkurven die Anzahl der Fundstellen ermittelt werden, die durch taphonomische Prozesse dem archäologischen Befund entzogen wurden. Zusätzlich zu einem Rechendurchlauf mit den tatsächlich beobachteten Fundstellen könnte somit ein zweiter Vergleichsdatensatz erzeugt werden. Hierfür wird die Anzahl der als verloren bestimmten Fundstellen, zusätzlich zu den bekannten Fundplätzen, als gleichmäßiges Punktraster oder gewichtet nach der beobachteten Fundplatzverteilung in der betreffenden Region erstellt. Erst in einem zweiten Schritt wird die Optimale Isolinie berechnet, um die neuen Fundstellen zu berücksichtigen. Ein Vergleich der Ergebnisse aus beiden Durchgängen ermöglicht dann eine bessere Abschätzung der durch die Erosion verursachten Verzerrungen.

Des Weiteren wäre es möglich, über die Berechnung von Diversitätsindizes (z.B. SIMPSON 1949) für die Werkzeugspektren der Inventare einer Region, den Spezialisierungsgrad der Fundplätze zu ermitteln. Liegen in

einem Gebiet neben wenig diversen Plätzen auch spezialisierte Lager vor, so ist dies ein guter Hinweis auf „logistical mobility“, wohingegen gleichförmige und wenig diverse Fundinventare für eine „residential mobility“ sprechen. Da man im ersten Fall eine höhere Anzahl entstandener Lager annehmen muss (vgl. BINFORD 1980), könnte man auch diese Erwartungen in die Berechnung der durch taphonomische Prozesse zerstörten Fundplätze miteinbeziehen.

Schweifgebiete mobiler Jäger- und Sammler-Gesellschaften – die Rohmaterialeinzugsgebiete

Abgesehen von den berechneten Siedlungsgebieten basieren die Bevölkerungsdichteschätzungen im Paläolithikum zu einem wesentlichen Teil auf den Daten zur Rohmaterialbeschaffung. Die Größe der Rohmaterialeinzugsgebiete ist für die Schätzungen der Bevölkerungsgröße pro Siedlungsgebiet eine relevante Variable. Je größer die Schweifgebiete, desto weniger Jäger-Sammler-Gruppen werden pro Siedlungsgebiet angenommen. Kleinere Rohmaterialeinzugsgebiete wiederum führen zu einer höheren Schätzung der Populationsgröße. Der postulierte Zusammenhang zwischen der Größe der Einzugsgebiete und der Anzahl von Regionalgruppen birgt jedoch gewisse Unsicherheiten.

Ein grundsätzliches Problem der Nutzung von Daten zu Rohmaterialeinzugsgebieten tritt im nordeuropäischen Raum besonders stark zu Tage, da dort die ubiquitäre Verbreitung des Baltischen Feuersteins Angaben zur Rohmaterialherkunft unmöglich macht. Aussagen zur Bevölkerungsdichte können daher nur gemacht werden, indem die Ergebnisse aus Regionen mit ähnlichen Umweltvoraussetzungen auf diese Gebiete übertragen werden (KRETSCHMER 2015).

Neben dieser generellen Schwierigkeit nimmt die Quantität der Daten zur Rohmaterialbeschaffung mit zunehmendem Alter der untersuchten Perioden ab, da immer weniger gut untersuchte Schlüsselfundstellen für eine Analyse zur Verfügung stehen. Es ist daher zunehmend erforderlich, die Daten untersuchter Regionen auf andere mit fehlenden Werten zu übertragen. Sogar im späten Jungpaläolithikum, wo zu einem Großteil der Siedlungsregionen eine ausreichend verlässliche Menge von Angaben zur Rohmaterialbeschaffung vorliegt, können die Schätzungen zur Iberischen Halbinsel und Großbritannien aufgrund der geringen Datenbasis nur als un-

sicher angesehen bzw. für Italien gar nicht vorgenommen werden (vgl. KRETSCHMER 2015).

Dieser Umstand belastet den überregionalen Vergleich in den älteren Epochen und hat somit auch Auswirkungen auf den diachronen Vergleich. Vor diesem Hintergrund wäre es wünschenswert, eine weitere Größe aus den bestehenden Daten, wie der Fundstellenverteilung, zu extrahieren, welche die Funktion der Rohmaterialeinzugsgebiete bei unsicherer Datenbasis ersetzen könnte. Diese sollte möglichst, ebenso wie die Isolinien und die Daten zur Rohmaterialbeschaffung, aus dem archäologischen Befund generiert werden. Parameter, die unmittelbar aus der Fundstellenverteilung hervorgehen, hätten den Vorteil, dass sie gleichermaßen für alle Arbeitsgebiete zur Verfügung stehen, in denen Siedlungsgebiete auf die beschriebene Weise gebildet werden können.

Auswahl der GROUP2-relevanten Rohmaterialeinzugsgebiete

Für die Bevölkerungsdichteschätzungen im Paläolithikum werden solche Rohmaterialeinzugsgebiete berücksichtigt, die dem Schweifgebiet einer GROUP2 nach BINFORD (2001) entsprechen (siehe oben). Hierzu ist es nötig, besonders kleine Schweifgebiete, die dem täglichen Bewegungsradius eines unberittenen Wildbeuters von 10 km entsprechen, auszuschließen. Darüber hinaus wurden bei den bisherigen Berechnungen die kleinen Aktionsradien im Sinne einer „logistical mobility“ durch statistische Kriterien aus der Berechnung des durchschnittlichen Schweifgebiets ausgeschlossen. Für die überdurchschnittlich großen Rohmaterialeinzugsgebiete von mehreren Zehntausend Quadratkilometern, die für einzelne Fundstellen Polens, der Schweiz und der Pyrenäen belegt sind, bleibt jedoch fraglich, ob hier nicht andere Landnutzungsmuster außerhalb des Aktionsradius einer GROUP2-Einheit erfasst sind, wie etwa das Siedlungsmuster einer GROUP3 nach BINFORD 2001, die somit unregelmäßige Zusammentreffen vieler Gruppen im Abstand mehrerer Jahre anzeigen. Da für das Zusammentreffen solch großer Verbände von weit über hundert Personen bisher Nachweise im archäologischen Befund fehlen, wurde von der Verwendung dieser Größe bislang abgesehen (KRETSCHMER 2015).

Falls solche besonders großen Rohmaterialeinzugsgebiete dennoch einer GROUP3-Mobilität entsprechen würden, ließe sich die Frage stellen, inwiefern diese identifiziert und aus den Berechnungen ausgeschlossen

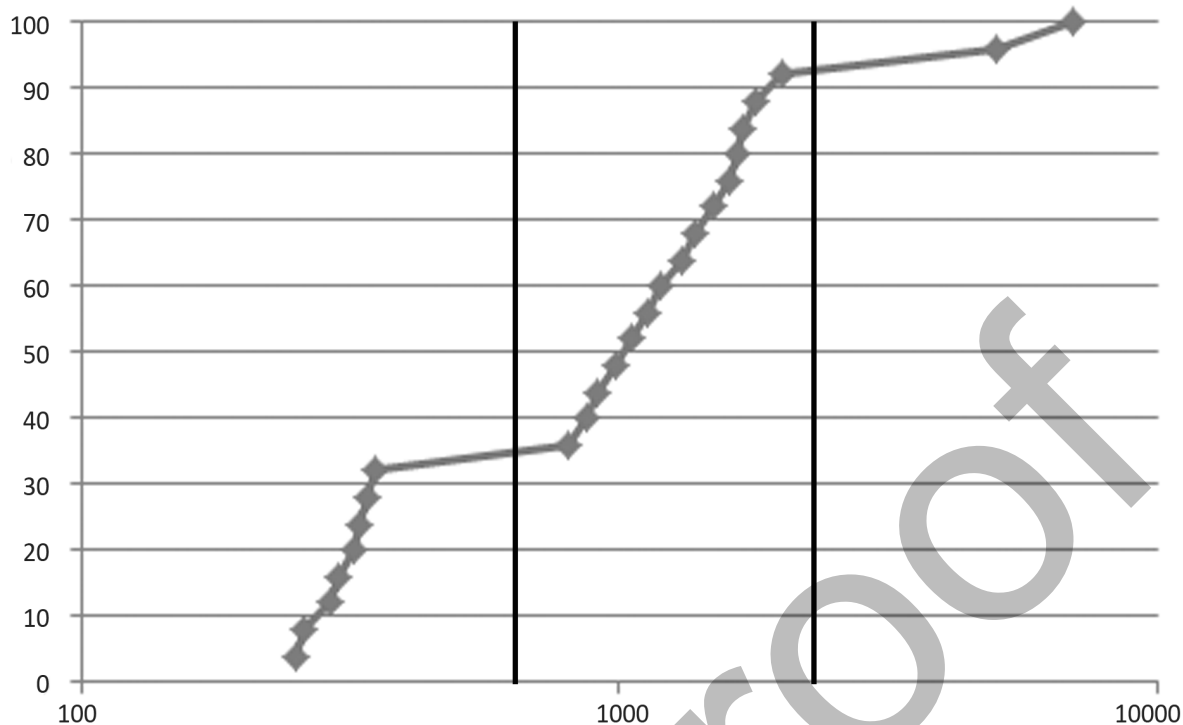


Abb. 2: Schematisches Flächenzuwachsdiagramm der Rohmaterialeinzugsgebiete. X-Achse: Logarithmierte Darstellung der Flächenzuwächse in km². Y-Achse: Prozentualer Anteil der Teilschritte. Plateaus im unteren und oberen Bereich der Größen dienen zur Identifizierung der berücksichtigten Daten.

werden könnten. Die Festlegung eines überregional und zeitlich einheitlichen Maximalwerts für die Größe eines GROUP2-Schweifgebiets ist anhand ethnographischer Daten nicht möglich. Auch ist es so kaum möglich, regional differenzierte Landnutzungsmuster zu berücksichtigen. Daher sollte getestet werden, ob ein individualisiertes Verfahren mit regionalem Auflösungsvermögen hier zu besseren Aussagen kommt. Analog zur Bestimmung der Optimalen Isolinie könnten hier beispielsweise Flächenzuwachsdaten untersucht werden, um kleine oder große Einzugsgebiete aus den Berechnungen auszuschließen. Hierzu trägt man die Flächeninhalte der Rohmaterialeinzugsgebiete aufsteigend auf der logarithmierten x-Achse gegen den prozentualen Zuwachs auf der y-Achse ab. Anhand überdurchschnittlich großer Flächenzuwächse wird die Ober- und Untergrenze der berücksichtigten Einzugsgebiete festgelegt (Abb. 2).

Kalibration regelhafter Größenunterschiede bei Rohmaterialeinzugsgebieten

Wenn man sich der gut begründeten Annahme anschließt, dass die Rohmaterialbeschaffung eingebettet in andere

tägliche Aktivitäten, wie Jagen und Sammeln, erfolgte (BINFORD 1979, 259; FLOSS 1994, 325) und man davon ausgeht, dass die Durchführung dieser Aktivitäten räumlich von der Ressourcenverteilung abhängt, so kann man weiterhin annehmen, dass sich dies ebenfalls in der Form und der Größe der Rohmaterialeinzugsgebiete niederschlägt. Bei einer homogenen Ressourcenverteilung wären somit eher kleinere Einzugsgebiete zu erwarten als bei einer heterogenen Verteilung, da bei letzterer weitere Strecken zwischen den Ressourcen zurückgelegt werden müssen (siehe Abb. 1).

In diesem Zusammenhang fällt beispielsweise auf, dass die Rohmaterialeinzugsgebiete während des gesamten Paläolithikums im östlichen Mitteleuropa regelhaft größer sind als in Westeuropa. Überdies berechnet die Kölner Methode hier wesentlich kleinere Siedlungsgebiete als im westlichen Europa. Dies hat zur Folge, dass für das östliche Mitteleuropa regelhaft geringere Bevölkerungsdichten geschätzt werden als in vielen anderen Regionen Westeuropas. Hier gibt es nun mehrere mögliche Annahmen:

1. Die Schätzungen sind korrekt.
2. Der Forschungsstand und die Auffindbarkeit der Fundstellen sind in vielen Regionen Westeuropas

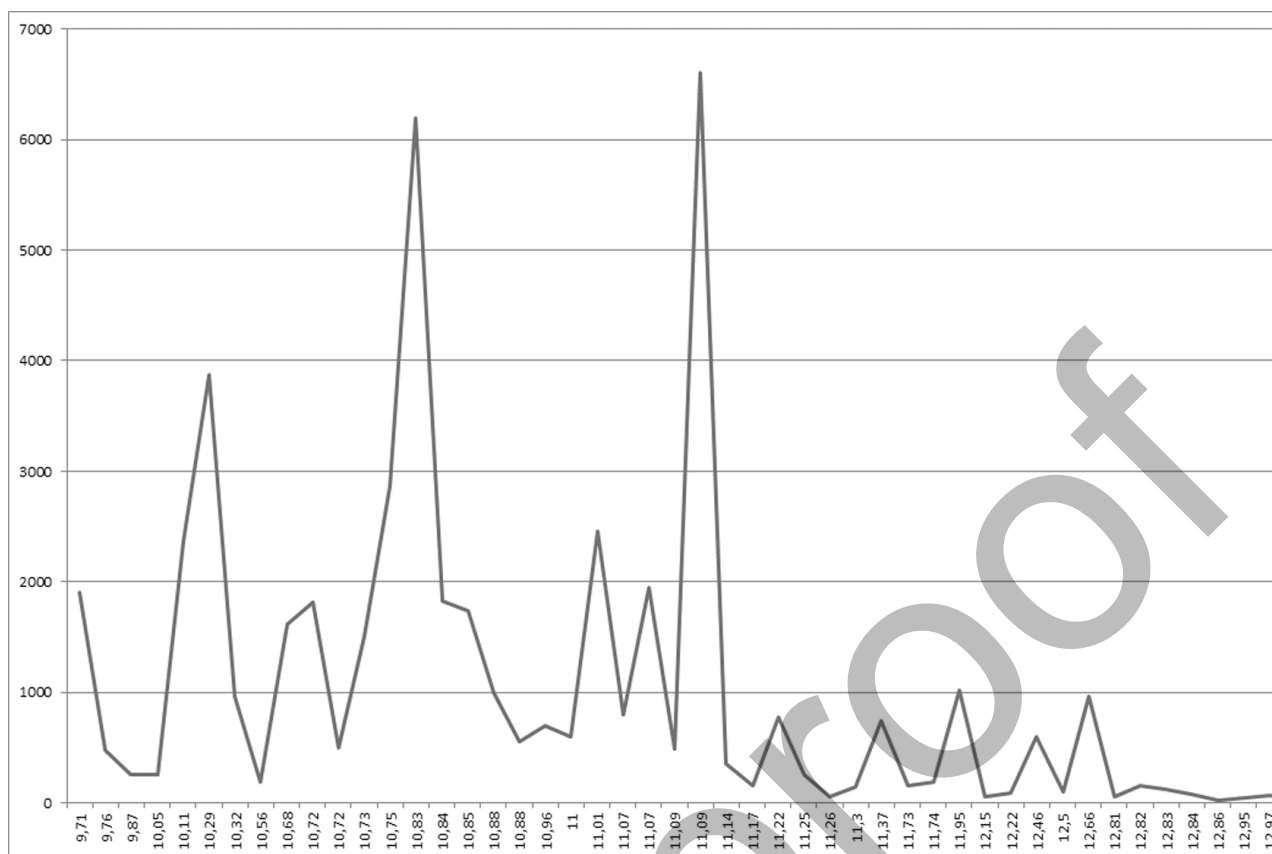


Abb. 3: Verhältnis der Größe des von einer Jäger- und Sammler-Gesellschaft gesamten genutzten Gebiets (in km²; Y-Achse) zur Effektiven Temperatur (in °C; X-Achse) nach Binford (2001, Tab. 5.01). Es wurden nur nicht-sesshafte, unberittene Wildbeuterguppen berücksichtigt, deren Nahrungsbeschaffung überwiegend durch Jagen erfolgt (n=49).

möglicherweise besser, so dass in den nächsten Jahrzehnten mit Entdeckungen gerechnet werden muss, die das bestehende Bild verändern.

3. Die Schätzungen sind nicht korrekt, da unterschiedliche Umweltbedingungen (Klima, Ressourcenverteilung) zu verschiedenen Mobilitätsmustern und Fundortverteilungen in den beiden Regionen führen. Ein trockenes kontinentales Klima mit geringeren Temperaturen könnte zu einer heterogeneren Ressourcenverteilung führen, die wiederum zu einem selteneren Wechsel der Basislager und somit zu einer geringen Anzahl archäologisch sichtbarer Fundstellen führt. Gleichzeitig könnten Jagdausflüge, bei denen große Distanzen zu den weit verstreuten Ressourcen zurückgelegt werden, größere Rohmaterialeinzugsgebiete bedingen. Gemeinsam könnten beide Faktoren dazu führen, dass die tatsächliche Bevölkerungsgröße eines Gebiets unterschätzt wird.

Um diese Faktoren (Klima, Ressourcenverteilung) zukünftig stärker zu berücksichtigen, wäre es möglich, die Größe der Schweifgebiete von rezenten Jäger- und

Sammler-Gesellschaften mit Daten zu Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen zu vergleichen. Vergleicht man die Gesamtgröße des Nutzungsgebiets von Jäger- und Sammler-Gesellschaften nach BINFORD (2001, Tab. 5.01) mit der Effektiven Temperatur (ET), errechnet anhand von Durchschnittstemperaturen des wärmsten und des kältesten Monats im Jahr, fällt auf, dass große Flächen mit einer niedrigen ET korrelieren (Abb. 3).

Über das Verhältnis von klimatischen Voraussetzungen und der Größe der genutzten Flächen könnten – ähnlich wie bei der taphonomischen Verlustkurve – Faktorenwerte abgelesen werden, mit denen die auftretenden Verzerrungen korrigiert werden. Für das Beispiel Ostmitteleuropas würde dies darin resultieren, dass die im Vergleich zu Westeuropa regelhaft größeren Rohmaterialeinzugsgebiete um einen gewissen Faktor verkleinert werden. Dies hätte eine Erhöhung der Schätzung der dort lebenden Bevölkerung zur Folge. Ein Vergleich zwischen den Berechnungen der tatsächlich beobachteten Werte und der korrigierten Werte würde hier zusätzlich eine Quantifizierung der möglichen Schätzungenauigkeit erlauben.

Des Weiteren kann ein Vergleich mit Kartierungen potentieller und genutzter Rohmaterialquellen Aufschluss über Entscheidungsprozesse in der Landnutzung sowie Aussagen zur Mobilität der Jäger und Sammler erbringen. Modelle zur Auswirkung von unterschiedlichen Ressourcenverteilungen auf die Mobilität könnten direkt an den archäologischen Daten getestet und bei der Bevölkerungsschätzung berücksichtigt werden. Zukünftig ließen sich eventuell auch über großskalige Isotopenstudien an der Jagd fauna erweiterte Einsichten zu Schweißgebieten gewinnen.

Alternative Schätzgröße zu den Rohmaterial-einzugsgebieten

Wie bereits erwähnt liegen für manche Regionen keine und für die älteren Zeitabschnitte nur wenig Informationen zu den Rohmaterialeinzugsgebieten vor. Um dieses Problem zu beheben, wäre es wünschenswert, eine vom Rohmaterial unabhängige Schätzgröße zur Bestimmung der Gruppenanzahl pro Siedlungsgebiet zu entwickeln.

Viele rezente Gruppen mit aneignender Wirtschaftsweise zeigen im Jahresverlauf zyklische Teilungs- und Fusionsphasen. Das bedeutet, dass während einiger Monate die gesamte GROUP2-Einheit zusammenlebt (Fusionsphase), wohingegen während des restlichen Jahres die zur GROUP2 gehörenden GROUP1-Einheiten unabhängig voneinander verschiedene Gebiete nutzen (Teilungsphase). Ein archäologisches Beispiel für ein solches Treffen ist der Fundplatz Gönnersdorf (z. B. FLOSS 1994, HOLZKÄMPER 2006, TERBERGER 1997), wo die Rohmaterialbeschaffung anzeigt, dass sich vermutlich mehrere GROUP1-Einheiten, aus verschiedenen Richtungen kommend, zu einer GROUP2-Einheit zusammenschlossen. Die Gesamtanzahl der zu einer GROUP2-Einheit gehörenden Personen bleibt während eines Jahreszyklus stabil und lediglich die Fläche des durch die Gruppe genutzten Raumes oszilliert. Daher ändert sich, je nachdem ob sich die Gruppe im GROUP1- oder GROUP2-Modus befindet, die Art des Fundniederschlags. Während der GROUP1-Phase leben die Gruppenmitglieder weiter verstreut als in der GROUP2-Phase. Während beider Modi entstehen so längerfristig Basislager und kurzfristig genutzte Lagerplätze, wobei erstere während der Fusionsphase größer sind, einen höheren Fundniederschlag erzeugen und evtl. sogar wiederholt aufgesucht wurden, was die Wahrscheinlichkeit der Auffindung und Sichtbarkeit erhöht (vgl. oben). Es ist zu erwarten, dass

sich dieses Muster auch im archäologischen Befund niederschlägt. Während der Teilungsphase hinterlassen die GROUP1-Einheiten in der Peripherie des GROUP2-Gebiets verstreute und aufgrund der geringeren Personenzahl auch kleinere und somit archäologisch schlechter fassbare Fundstellen. In der Fusionsphase entstehen an zentralen Punkten des Siedlungsgebiets größere Gemeinschaftslager.

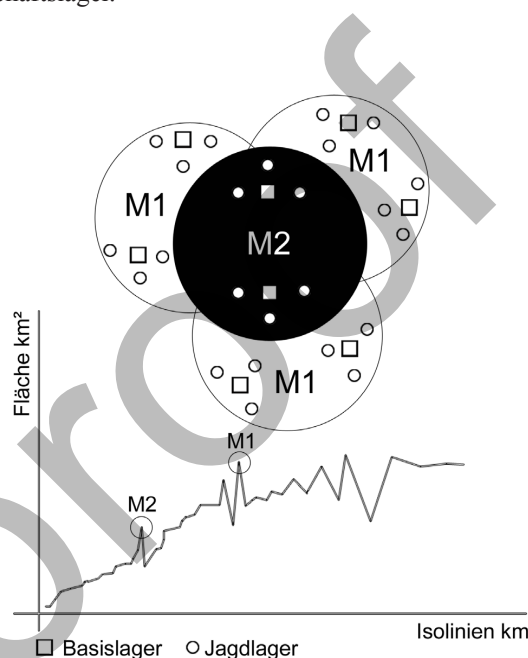


Abb. 4: Schematische Darstellung des Verhältnisses von GROUP1 zu GROUP2 im jährlichen Zyklus von Teilungs- und Fusionsphasen sowie deren möglicher Niederschlag im Flächenzuwachsdiagramm.

Während bei sesshaften Gesellschaften die „Optimale Isolinie“ die ideale Umschreibung des Siedlungsgebiets darstellt, wäre für Jäger-Sammler-Gesellschaften zu überprüfen, ob sich zwei Optimale Isolinien identifizieren lassen: eine für die Teilungs- und eine für die Fusions-Phase. Beide Isolinien sollten aus dem Flächenzuwachsdiagramm ableitbar sein (Abb. 4). Zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Umweltverhältnisse bietet es sich an, die Berechnung der Isolinien getrennt nach Regionen durchzuführen.

Unter der Annahme, dass die GROUP1-Einheiten annähernd gleich groß sind und etwa die gleiche Fläche zum Überleben beanspruchen, lässt sich postulieren, dass das Flächenverhältnis der Gebiete von Teilungs- und Fusionsphase der Anzahl von GROUP1-Einheiten

pro Siedlungsgebiet einer GROUP2-Einheit entspricht. Daraus folgt:

$$\frac{\text{Fläche OI Teilungsphase}}{\text{Fläche OI Fusionsphase}} = n \text{ GROUP1 Einheiten pro Siedlungsgebiet}$$

Die Personenanzahl pro Gruppe könnte somit wie bisher über die ethnographischen Vergleichswerte der auch bisher verwendeten Gruppen ermittelt werden, jedoch in diesem Fall unter Berücksichtigung der Angaben für die GROUP1-Einheiten. In Hinblick auf die vorliegenden Datensätze zeichnet sich bei einer Anwendung dieses Vorschlags jedoch eine Reduktion der bisherigen Schätzungen ab. Inwieweit dies realistisch sein kann, müssen zukünftige Untersuchungen zeigen.

Danksagung

Wir danken Herrn Prof. Dr. Andreas Zimmermann für seine zahlreichen Beiträge und Impulse zur Erforschung prähistorischer Demographie, die unsere Arbeiten und die hier dargestellten Überlegungen grundlegend ermöglicht und beeinflusst haben. Unser herzlicher Dank gilt auch Andreea Darida und Nadia Balkowski für Ihre Arbeit im Projekt E1, Jean-Pierre Bocquet-Appel sowie Anja Duwe für die Bereitstellung ihrer Daten. Das Projekt E1 „Population Dynamics: Demographic Changes of Hunter-Gatherer Populations during the Upper Pleistocene and Early Holocene in Europe“ wird durch die Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 806 „Our way to Europe“ finanziert.

Literatur

BINFORD 1979: L. R. Binford, Organization and formation processes: Looking at curated technologies. *Journal of Anthropological Research* 35(3), 1979, 255–273.

BINFORD 2001: L. R. Binford, Constructing frames of reference. An analytical method for archaeological theory building using hunter-gatherer and environmental data sets (Berkeley 2001).

BINFORD 1980: L. R. Binford, Willow smoke and dogs' tails: Hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation. *American Antiquity* 45, 1, 1980, 4–20.

BOCQUET-APPEL u.a. 2005: J.-P. Bocquet-Appel/P.-Y. Demars/L. Noiret/D. Dobrowsky, Estimates of Upper Pa-

laolithic meta-population size in Europe from archaeological data. *Journal of Archaeological Science* 32, 2005, 1656–1668.

DELPECH 1999: F. Delpech, Biomasse d'ongulés au paléolithique et inférences sur la démographie. *Paléo* 11, 1999, 19–42.

FLOSS 1994: H. Floss, Rohmaterialversorgung im Paläolithikum des Mittelrheingebietes (Bonn 1994).

FRENCH/COLLINS 2015: J. C. French/Ch. Collins, Upper Palaeolithic population histories of Southwestern France: a comparison of the demographic signatures of ¹⁴C date distributions and archaeological site counts. *Journal of Archaeological Science* 55, 2015, 122–134.

HAHN 1995: J. Hahn, Die Buttenthalhöhle. Eine spät-jungpaläolithische Abristation im Oberen Donautal. *Fundberichte aus Baden-Württemberg*, 20, 1995, 13–158.

HASSAN 1981: F. A. Hassan, *Demographic Archaeology* (New York 1981).

HILPERT u.a. 2008: J. Hilpert/K. P. Wendt/A. Zimmermann, A hierarchical model of scale levels for estimations of population densities. In: A. Posluschny/K. Lambers/I. Herzog (Hrsg.), *Layers of Perception. Proceedings of the 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA)*, Berlin, Germany, April 2–6, 2007. *Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte* 10 (Bonn 2008) 245–251.

HOLZKÄMPER 2006: J. Holzkämper, Die Konzentration IV des Magdalénien von Andernach-Martinsberg, Grabung 1994–1996 (Dissertation Univ. Köln 2006).

KRETSCHMER 2015: I. Kretschmer, Demographische Untersuchungen zu Bevölkerungsdichten, Mobilität und Landnutzungsmustern im späten Jungpaläolithikum. *Kölner Studien zur Prähistorischen Archäologie* 6 (Rahden/Westf. 2015).

KOKKOTIDIS/RICHTER 1991: K. G. Kokkotides/J. Richter, Gräberfeld-Sterbetafeln. *Archäologische Informationen* 14/1, 1991, 219–241.

MAIER u.a. in Rev.: A. Maier/F. Lehmkuhl/P. Ludwig/M. Melles/I. Schmidt/Y. Shao/Ch. Zeeden/A. Zimmermann,

- Demographic estimates of hunter-gatherers during the Last Glacial Maximum in Europe against the background of palaeoenvironmental data. *Quaternary International* (in review).
- MELLARS/FRENCH 2011: P. Mellars/J. C. French, Tenfold population increase in Western Europe at the Neanderthal-to-modern human transition. *Science* 333, 2011, 623–627.
- RIEDE 2009: F. Riede, Climate and Demography in Early Prehistory: Using Calibrated ¹⁴C Dates as Population Proxies. *Human Biology* 81, 2009, 309–337.
- SCHLUMMER u.a. 2014: M. Schlummer/Th. Hoffmann/R. Dikau/M. Eickmeier/P. Fischer/R. Gerlach/J. Holzkämper/A. J. Kalis/I. Kretschmer/F. Lauer/A. Maier/J. Meessenburg/J./Meurers-Balke/U. Münch/St. Pätzold/F. Steininger/A. Stobbe/A. Zimmermann, From point to area: Upscaling approaches for Late Quaternary archaeological and environmental data. *Earth-Science Reviews* 131, 2014, 22–48.
- SHENNAN u.a. 2013: S. Shennan/S. S. Downey/A. Timpson/K. Edinborough/S. Colledge/T. Kerig/K. Manning/M. G. Thomas, Regional population collapse followed initial agriculture booms in mid-Holocene Europe. *Nature Communications* 2013/10/01, doi:10.1038/ncomms3486.
- SIMPSON 1949: E. H. Simpson, Measurement of diversity. *Nature*, 163, 1949, 688.
- SUROVELL/BRANTINGHAM 2007: T. A. Surovell/P. J. Brantingham, A note on the use of temporal frequency distributions in studies of prehistoric demography. *Journal of Archaeological Science* 34, 2007, 1868–1877.
- SUROVELL u.a. 2009: T. A. Surovell/J. B. Finley/G. M. Smith/P. J. Brantingham/R. Kelly, Correcting temporal frequency distributions for taphonomic bias. *Journal of Archaeological Science* 36, 2009, 1715–1724.
- TERBERGER 1997: T. Terberger, Die Siedlungsbefunde des Magdalénien-Fundplatzes Gönnersdorf. Konzentrationen III und IV. Der Magdalénien-Fundplatz Gönnersdorf Bd. 6 (Stuttgart 1997).
- WENDT u.a. 2010: K. P. Wendt/J. Hilpert/A. Zimmermann, Landschaftsarchäologie III. Untersuchungen zur Bevölkerungsdichte der vorrömischen Eisenzeit, der Merowingerzeit und der späten vorindustriellen Neuzeit an Mittel- und Niederrhein. Mit Beiträgen von S. Ickler, H. Nortmann, B. Paffgen, F. Siegmund, P. Tutlies. *Berichte der Römisch-Germanischen Kommission* 91, 2010, 217–338.
- ZIMMERMANN u.a. 2005: A. Zimmermann/J. Richter/Th. Frank/K. P. Wendt, Landschaftsarchäologie II: Überlegungen zu Prinzipien einer Landschaftsarchäologie. *Berichte der Römisch-Germanischen Kommission* 85, 2004, 37–95.
- ZIMMERMANN u.a. 2009a: A. Zimmermann/K. P. Wendt/Th. Frank/J. Hilpert, Landscape Archaeology in Central Europe. *Proceedings of the Prehistoric Society* 75, 2009, 1–53.
- ZIMMERMANN u.a. 2009b: A. Zimmermann/J. Hilpert/K. P. Wendt, Estimations of population density for selected periods between the Neolithic and AD 1800. *Human Biology* 81 (2–3), 2009, 357–380.
- ZUBROW 1989: E. Zubrow, The Demographic Modelling of Neanderthal Extinction. In: P. Mellars/C. Stringer (Hrsg.), *The Human Revolution: behavioural and biological perspectives on the origins of modern humans* (Princeton, New Jersey 1989) 212–231.

final proof