

# 10. DAS ARCHÄOLOGISCHE PARADOX KEINE GRÄBERFELDDANALYSE OHNE SIMULATION

Dr. Andreas Düring

Institut für forensisches Sachverständigenwesen (ifoSA), Dall'Armistr. 16, 80638 München  
duering@ifosa.de

<https://dx.doi.org/10.15496/publikation-66856>

---

**KEYWORDS** | Simulation, Osteologisches Paradox, Gräberfelder, Archäologie, Demografie, Paläo-epidemiologie, Artefakte

---

## ABSTRACT

Ein demografischer Filter ist wirksam in der Gräberfelderarchäologie und er ist hochgradig komplex. In diesem Beitrag wird argumentiert, dass die von Wood et al. 1992 beschriebenen Effekte der demographischen Komplexität, der selektiven Mortalität und der Risikoheterogenität nicht nur Einfluss auf die Analyse von Bevölkerungen auf Grundlage anthropologischer Daten haben, sondern die Effekte ebenso sehr, wenn nicht gar stärker, Einfluss auf archäologische Interpretationen von Friedhöfen und Gräberfeldern haben. In Anlehnung an das osteologische Paradox, bezeichne ich das als generelles archäologisches Paradox. Wie die Analyse von Pathologien, ist auch die Analyse von Artefakten, Grabbeigaben etc. in Gräbern ein inverses demografisch-mathematisches Problem. Und es ist ein tiefer Graben zwischen den Überresten der Toten und den einst lebenden Personen und Gruppen zu überwinden, der es notwendig macht, das methodische Spektrum der Anthro-

logie und Archäologie zu erweitern und neu nachzudenken. Demografische Simulationen sind ein notwendiges Handwerkszeug der Gräberfelderanalyse.

## 10.1 EINLEITUNG

Im Rahmen einer Festschrift und in Erinnerung an die offene und erkenntnisgeleitete Atmosphäre in Professor Joachim Wahls Lehrveranstaltungen ist der folgende Beitrag als Streitschrift angelegt. Die Idee, demografische Simulationen in Anthropologie und Archäologie durchzuführen, hatte ich zum ersten Mal bei Professor Joachim Wahls Vorlesungen und Seminaren. Daraus hat sich die Promotion entwickelt, welche ich in Oxford abgeschlossen habe. Auch die immense Problemstellung der anthropologischen Demografie wurde mir bei Professor Joachim Wahls Ausführungen bewusst und im Folgenden wird aufgezeigt, wie verwoben die demografischen Prozesse der Entstehung eines



Gräberfelds mit der Gesamtinterpretation des Bestattungsortes und der ihn formierenden Bevölkerung sind. In den folgenden Ausführungen werden zwei Thesen aus unterschiedlichen Blickwinkeln beleuchtet und die Thesen sind wegen der Notwendigkeit der methodischen Diskussion im interdisziplinären Feld zwischen Anthropologie und Archäologie deutlich formuliert:

1. Das osteologische Paradox ist auch bei der archäologischen Interpretation von Gräberfeldern zu berücksichtigen und wirkt dort wahrscheinlich noch stärker.
2. Auf die einst lebende Population kann auf Grundlage einer Gräberfelderpopulation nur über komplexe demografische Simulationen rückgeschlossen werden. Stehen diese nicht zur Verfügung oder wurden sie nicht durchgeführt, sind die Interpretationen generell zweifelhaft. Wurden Simulationen durchgeführt, können oft auch keine eindeutigen Ergebnisse erreicht werden, weil demografische Faktoren sehr komplexe Effekte auf Bestattungsorten erzeugen können. Ein Spektrum an Interpretationsmöglichkeiten ist dann am realistischsten.

Natürlich beziehen sich die beiden Thesen nicht auf die individuellen Osteobiografien einzelner Bestatteter und deren Ausstattung, sondern sie werden dann bedeutsam, wenn die Individuen zu Gruppen oder Populationen zusammengefasst werden. Generell werden die Paradoxa wirksam, wenn Raten oder Prozentsätze, Frequenzen, Inzidenzraten oder Prävalenzen angegeben werden, beispielsweise die altersbezogene Rate intravital verlorener Zähne oder der Prozentsatz der Individuen, die mit einem bestimmten Artefakt ausgestattet wurden – es ist also fast jeder Aspekt des allgemeinen Handwerkszeugs betroffen, der die Auswertung von Gräberfeldern betrifft.

In einem der methodisch bedeutsamsten Beiträge zur Altertumskunde beschreiben Wood et al. 1992, was bereits längere Zeit von vielen Anthropologen befürchtet wurde (Wood et al. 1992;

Wright and Yoder 2003): da Veränderungen am Knochen Zeit benötigen, um sich zu formieren, sind Krankheiten, welche schnell zum Tode führen, am menschlichen Skelett zumeist nicht zu erkennen. Damit träten sie in der zur Verfügung stehenden Stichprobe im archäologischen Befund nicht in Erscheinung und es träte ein paradoxer Befund auf. Die an den tödlichsten Krankheiten und Verletzungen verstorbenen Individuen hätten die am gesündesten aussehenden Skelette, während Skelette solcher Personen, die Zeit ihres Lebens an chronischen und quasi-chronischen Erkrankungen litten, welche jedoch nicht, oder erst verzögert zum Tod führten, zeigten deutlich veränderte Knochen. Da zudem Individuen gleichzeitig unter mehreren Krankheiten leiden können, müssen seitdem anthropologische Befunde kontextuell interpretiert werden. Als Folge können Skelette nicht auf einfache Weise zur Messung des Gesundheitszustands einer Bevölkerung herangezogen werden. Diese Beobachtung war aber nur die Spitze des Eisbergs. Unter der Oberfläche lauern weitere mathematisch-epidemiologische Fallstricke.

Wood et al. beschreiben in ihrem Artikel drei weitere Faktoren, welche die Interpretation von Gräberfeldern deutlich erschweren: demografische Nichtstationarität/Dynamik, selektive Mortalität und die versteckte Heterogenität in der Resilienz von Personen oder Gruppen gegenüber Krankheiten.

Die demografische Nichtstationarität/Dynamik (Demographic non-stationarity) beschreibt die Eigenschaft von echten Bevölkerungen, nicht über lange Zeit stabil zu bleiben, sondern zu wachsen, einzubrechen, durchmischt zu werden, Einwanderer und Auswanderer zu haben etc. Gerade bei völkerwanderungszeitlichen Populationen von Stabilität, 0-Wachstum, einer ausgeglichenen Geburten- und Sterberate auszugehen, oder gar Ein- und Auswanderung auszublenden, scheint mehr als naiv. Alle diese Faktoren führen zu deutlichen Unterschieden zwischen lebenden Bevölkerungen und ihren Friedhöfen. Der übliche Methodikanon geht allerdings stets davon aus, dass keine demografischen Dynamiken jedweder Natur auf-

treten, zumeist auch noch über Zeitspannen, in welchen viel passieren kann – und eigentlich auch immer viel passiert ist. Besonders beunruhigend ist, dass die meisten Gräberfeldarchäologen und Bioarchäologen sich nicht einmal dessen bewusst sind, dass bei ihren allgegenwärtigen Prozentkalkulationen stets die oben genannte Bedingung erfüllt sein muss.

Der zweite Effekt, die selektive Mortalität (*selective mortality*), spielt in jeder paläoepidemiologischen Studie eine Rolle, immer dann, wenn der „Gesundheitszustand“ einer „Skelettpopulation“ eingeschätzt wird. In der Archäologie hat man eigentlich nie Zugriff auf die lebende Bevölkerung – außer bei demografisch reinen Massakern (Duering and Wahl 2014a; Duering and Wahl 2014b). Auf die Lebenden wird im Normalfall über das Gräberfeld geschlossen. Zunächst hat der Anthropologe Zugriff auf wie auch immer geartete Gruppen von Bestatteten, über die Prävalenzen und (selten) Inzidenzen kalkuliert werden, z.B. um zu ermitteln, welche Symptome, die am Knochen zu erkennen sind, bei wie vielen Individuen auftreten. Es ist die Gesamtheit der Skelette mit und ohne Knochenveränderung aber stetes auch ein Ergebnis komplexer Effekte, z.B. der oben genannten demografischen Dynamik, aber auch zu einem wesentlichen Teil der selektiven Mortalität. Wann immer die Knochenveränderung von einer Krankheit ausgelöst wurde, die die Überlebenswahrscheinlichkeit (Mortalität) negativ beeinflusst, führt sie zu einer Ansammlung von Toten mit dem Knochensymptom auf dem Gräberfeld – ergo einer Überschätzung der Zahl der Individuen mit der Krankheit in der lebenden Bevölkerung. Anders ausgedrückt, ist es wahrscheinlicher, dass die Kranken auch sterben, vor allem gerade im Zuge von multifaktoriellen Erscheinungen, wie beispielsweise Unter-/Mangelernährung. Im Umkehrschluss sind dann die Überlebenden (noch nicht in den Friedhof übergegangene Individuen) auch gesünder. Der umgekehrte Effekt ist bei der Interpretation von Pathologien und Traumata seltener: geht mit einem Symptom (auf inverse Weise) eine Verringerung des Sterberisikos einher, beispielsweise

ein Schonen von Kranken im Krieg, wird die Zahl der „Infizierten“ unterschätzt.

Das Problem der Risiko- oder Resilienzheterogenität ist sehr komplex. Es beschreibt den Reaktionsunterschied zwischen einzelnen Individuen (aber auch Gruppen), bei derselben Erkrankung aufgrund einer individuellen genetisch- oder umweltbedingten spezifischen Resilienz oder Suszeptibilität. Anfälligkeiten gegenüber Infektionen können sich beispielsweise unterscheiden, wenn unterschiedliche Bevölkerungsgruppen verschieden gut ernährt sind. Archäologische Daten können dieses Problem mangels Kontextinformationen zumeist nicht lösen. Überlegungen dazu lehren uns allerdings deutliche Zurückhaltung bei Interpretationen zu einem vermeintlichen Gesundheitszustand einer Population (Wood et al. 1992).

Die Faktoren der demografischen Dynamik und selektiven Mortalität werden im Folgenden mit mehreren Experimenten beleuchtet und die These wird analysiert, ob sie nicht nur bei der anthropologischen Arbeit, sondern auch generell bei archäologischen Untersuchungen von Gräberfeldern, d.h. immer wenn Artefakte in Verbindung mit Individuen analysiert werden, berücksichtigt werden müssen.

## 10.2 METHODE

Der Population & Cemetery Simulator (PCS) ist ein agentenbasiertes Simulationsprogramm, welches archäologische Populationen und ihre Friedhöfe/Gräberfelder digital nachbaut. Es werden einzelne Individuen mit Alter und demografischen Eigenschaften modelliert. Die demografischen Parameter der Gruppe können jederzeit ausgelesen werden und es entsteht auch gleichzeitig ein Friedhof, welcher die Eigenschaften der Verstorbenen einfriert. Die Stärke des Programmes ist seine Modularität und die Möglichkeit, es beliebig zu erweitern. Beispielsweise können Krankheiten unter der Bevölkerung verteilt werden oder gar Individuen mit Artefakten angesteckt werden. Genaue Beschreibungen des PCS liegen vor und

müssen hier nicht wiederholt werden (Düring 2015; Düring 2017; Düring and Wahl 2014a; Düring and Wahl 2014b; Fernández-Crespo et al. 2018).

Im Folgenden werden mehrere Experimente gezeigt, welche grundsätzlich eine Eigenschaft der Bevölkerung (z.B. Bevölkerungsgröße, Artefaktfrequenz etc.) für 200 Jahre modelliert und in Grafiken darstellt. Es wird stets die zum jeweiligen Zeitpunkt lebende Bevölkerung mit dem bis zu diesem Zeitpunkt entstandenen Friedhof (=Gesamtheit der verstorbenen Individuen) verglichen. Jede der gezeigten Eigenschaften stellt eine für die Interpretation eines Friedhofs oder Gräberfelds in der Archäologie bedeutsame Größe dar.

Die Experimente behandeln inverse Interpretationsprobleme, bei denen simuliert wird, was wir eigentlich herausfinden wollen, beispielsweise, wie viele Individuen einer Altersgruppe infiziert wurden oder ein Artefakt erhalten. Indem wir uns ansehen, ob die erwünschten Informationen überhaupt in den Zahlen stecken, welche wir aus Friedhöfen extrahieren können, erschließt sich nicht nur, was wir eigentlich messen und zählen müssen, sondern auch, welche Stolperfallen zu vermeiden sind.

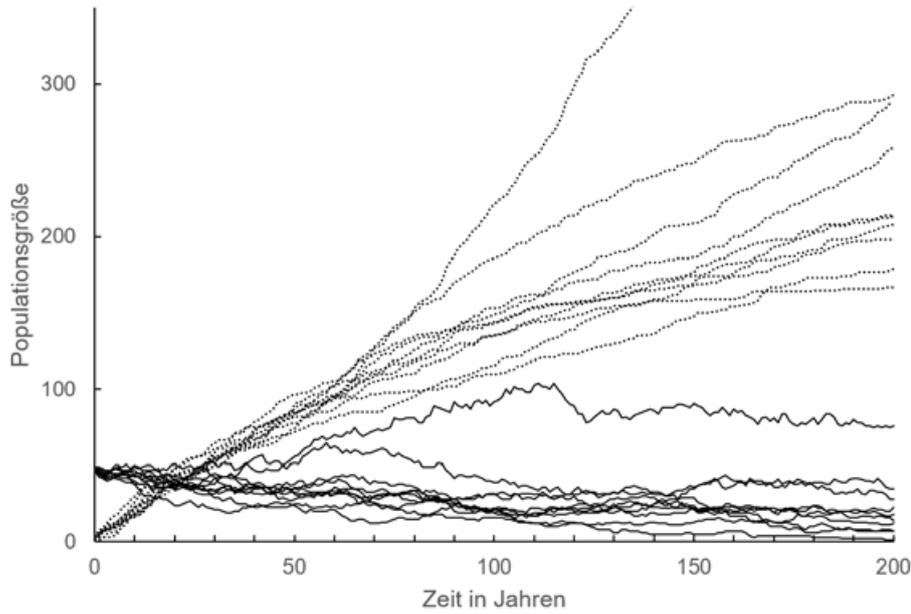
### 10.3 BEVÖLKERUNGSGRÖSSE UND STOCHASTIK

Abbildung 1 zeigt den Einfluss des Zufalls auf die Entwicklung zweier Populationen und ihrer Friedhöfe unter exakt gleichen Startbedingungen und mit denselben Parameterwerten, welche im Mittel eine stabile Bevölkerung erzeugen. Die Bevölkerungsgröße der Lebenden zu Beginn ist 50 (25 Frauen und 25 Männer) mit einer zufälligen Altersverteilung zwischen 0 und 50 Jahren.

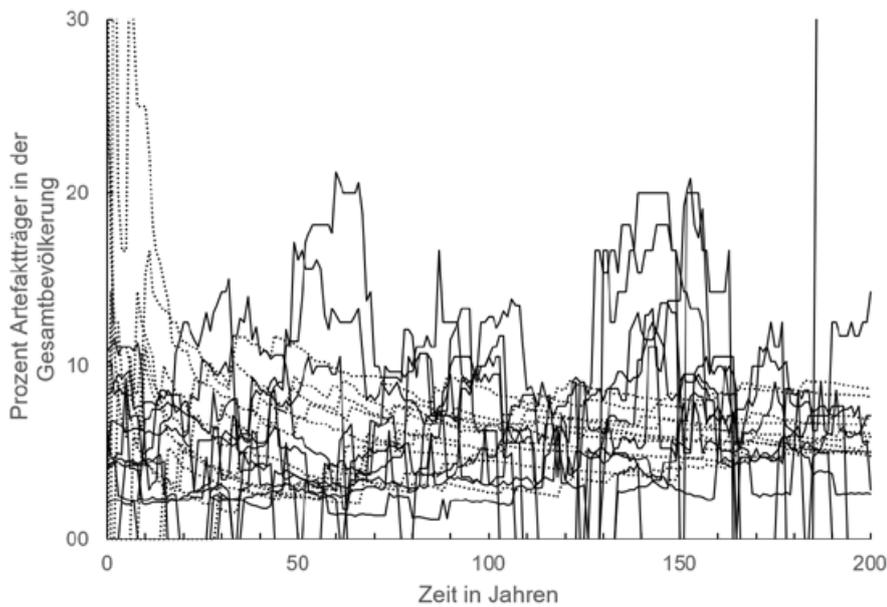
Zudem habe ich einem Teil der Bevölkerung (hier 20 %) derselben Simulationsdurchläufe wie in Abb. 1 zu einem bestimmten Zeitpunkt ein Artefakt mitgegeben. Im speziellen Fall erhalten 20 % aller Männer im Alter von 20 Jahren ein Artefakt. Mit diesem werden sie auf dem virtuellen Friedhof

bestattet, im Verhältnis 1:1: also alle Lebenden mit Artefakt, werden zum Zeitpunkt ihres Todes auch mit demselben bestattet. In diesem Experiment gibt es keinen Artefaktverlust am Übergang vom Leben zum Tod. Es handelt sich daher um das optimale Szenario für Archäologen, in welchem auch alle Artefakte zu Lebzeiten getragen wurden, mit denen die Individuen beigesetzt werden. Dieses Experiment könnte beispielsweise für einen hypothetischen Übergangsritus stehen, in welchem männliche Individuen ein z.B. Schwert erhalten, wenn sie die Altersschwelle von 20 Jahren passieren. Abbildung 2 zeigt nur Chaos und die eingegebenen 20 % erscheinen nicht im Chaos der tanzenden lebenden und toten Signale. Zum Ende der 200 simulierten Jahre konvergieren manche der gestrichelten Linien, welche für die Rate der Artefaktträger auf dem Gräberfeld stehen, gegen 10 %, was in etwa den 20 % entsprechen könnte, da ja nur männliche Individuen in diesem Experiment das Artefakt erhalten. Allerdings ist das Signal der lebenden Bevölkerung zwangsweise sehr viel weniger stabil als das des Friedhofs (mit Ausnahme der ersten Generation, in welcher der Friedhof noch nicht eingependelt ist). Wie in Abb. 3 zu sehen, handelt es sich bei den Werten aber nicht um die eigentlich realistischen absoluten Raten.

Würde der virtuelle Friedhof zu einem beliebigen Zeitpunkt ausgegraben werden, wäre das Signal der Toten ganz und gar nicht repräsentativ für das zu diesem Zeitpunkt vorhandenen Signal der Lebenden. Kurzfristige Trends, solche auf Generationenebene sind nicht erfassbar, dagegen besteht eine Chance, langfristige Veränderungen ansatzweise greifbar zu machen. Es ist einschränkend zu bedenken, dass die simulierte, im Vergleich zu den üblichen Bevölkerungsgrößen mit 50 Individuen im Mittel, eine recht große Population darstellt. Am Ende der Simulation von 200 Jahren können solch kleine Bevölkerungen zwischen 200 und 300 Gräber erzeugen (siehe Abb. 1). Stochastik und Zufall bestimmen die demografischen Parameter und von ihnen abhängige Parameter weit stärker als tatsächliche Parameteränderungen. Es ist daher nicht weise, sich einfach so auf die Aussagekraft



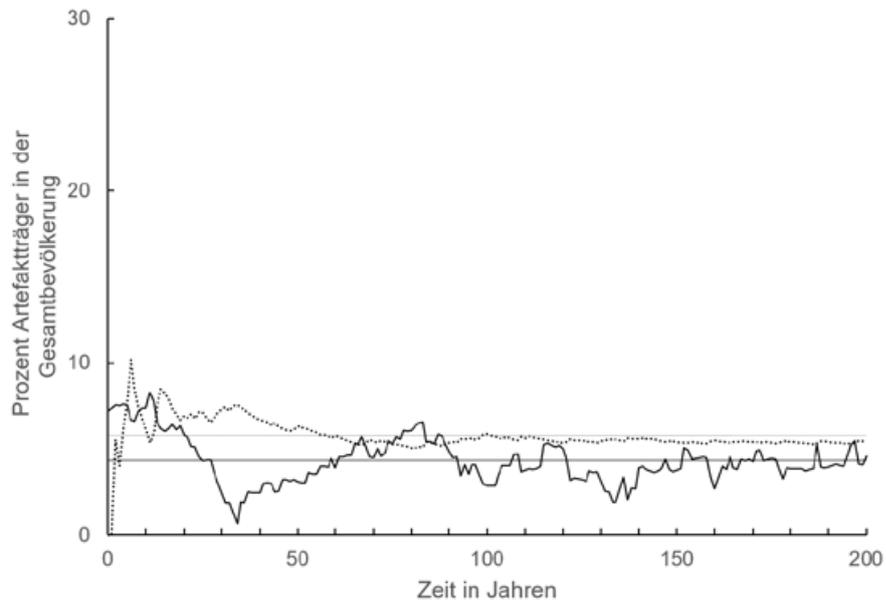
**Abbildung 1:** Zehn modellierte Populationen (durchgezogene Linien) und ihre Friedhöfe (gepunktete Linien) mit einer Starterpopulation von 25 lebenden Frauen und 25 lebenden Männern, sowie denselben Parametern zu Beginn und über die Gesamtzeit von 200 Jahren. Zu Beginn ist der virtuelle Friedhof leer.



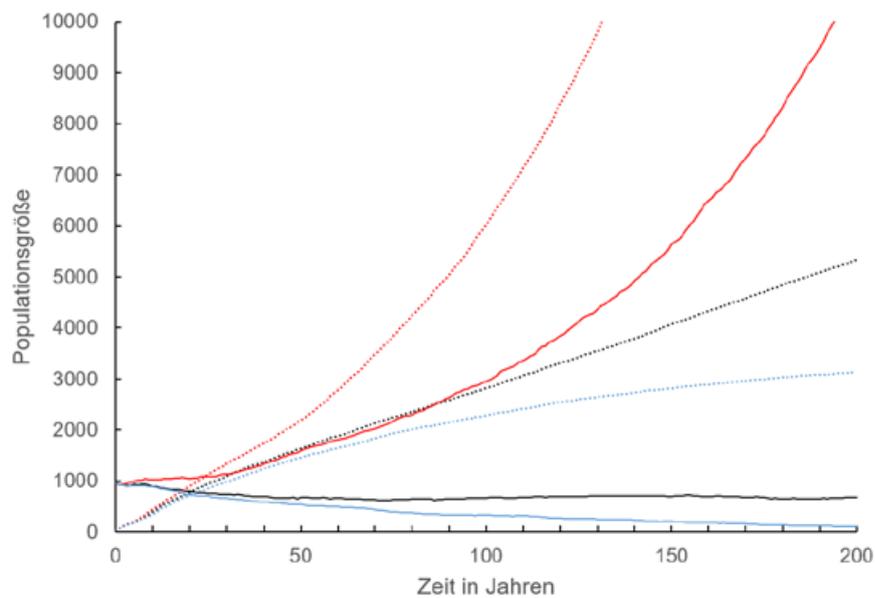
**Abbildung 2:** Prozentsatz der Artefaktträger bezogen auf die Gesamtheit der Lebenden (volle Linien) und Toten (gepunktete Linien) in jedem Jahr; aufgezeichnet für die 10 simulierten Bevölkerungen aus der Abb. 1.

von Krankheits- und Artefaktfrequenzen kleiner bis mittelgroßer Bestattungsplätze zu verlassen. Abbildung 3 zeigt dasselbe Experiment bezüglich einer vier Mal so großen Bevölkerung (ca. 200 Lebende und ca. 1.200 Gräber). Die Werte sind

stabiler, doch ist auf den ersten Blick nicht klar, weshalb sich die Rate zwischen den Lebenden und den Toten unterscheidet. Außergewöhnlich große Gräberfelder, wie beispielsweise das angelsächsische Spong Hill (Hills and Lucy 2013) sowie über-



**Abbildung 3:** Der Prozentsatz der Artefaktträger wie in Abb. 2. Diese Population hat die vierfache Größe mit ansonsten gleichbleibenden Parametern. Die Signale sind viel stabiler. Ca. 4,3% der Individuen in der lebenden Bevölkerung besitzen das Artefakt und etwa 5,8% wurden mit ihm bestattet.

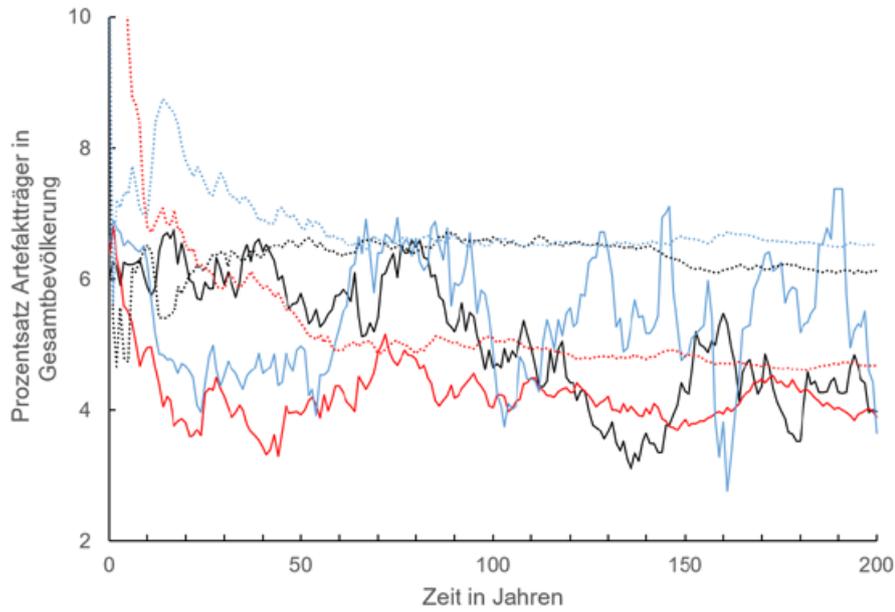


**Abbildung 4:** Eine stationäre (schwarz), eine wachsende (rot) und eine schrumpfende (blau) Bevölkerung (durchgezogene Linien) und die jeweils dazugehörigen Gräberfelder (gepunktete Linien).

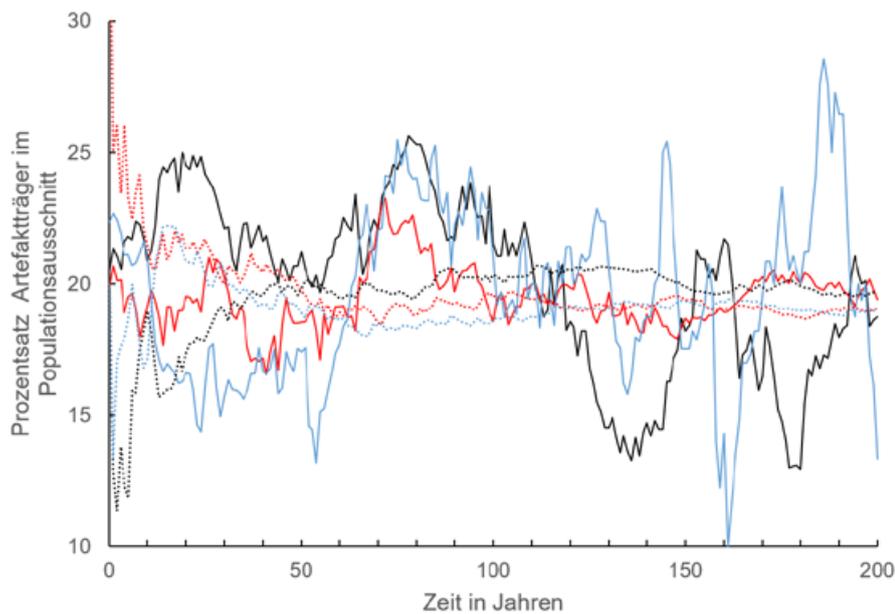
regionale Betrachtungen haben schon eine bessere Chance, den Effekt von Zufall und der Stochastik der kleinen Zahl zu eliminieren. Allerdings muss man dann immer noch die demografischen Effekte verstehen, die unterschiedliche Ergebnisse zwischen den Lebenden und den Toten erzeugen.

#### 10.4 DEMOGRAFISCHE DYNAMIK

Das folgende Experiment zeigt dasselbe anfängliche Experiment mit exakt denselben Parametereinstellungen (20 % der lebenden Männer im Alter von 20 Jahren erhalten ein Artefakt und



**Abbildung 5:** Unterschiedliche Artefakttraten ergeben sich für die verschiedenen demografischen Dynamiken, obgleich kein anderer Parameter verändert wurde. Artefakttraten innerhalb einer stationären (schwarz), einer wachsenden (rot) und einer schrumpfenden (blau) Bevölkerung (durchgezogene Linien) und die jeweils dazugehörigen Gräberfelder (gepunktete Linien). Auch der Abstand zwischen der lebenden und der toten Bevölkerung hängt jeweils von der Dynamik ab.



**Abbildung 6:** Dieselben Signale bezogen auf einen Ausschnitt der Bevölkerung, bezogen auf alle Männer im Alter von 20 und älter. Die speziell betroffene Altersgruppe müssen wir kennen, um Lebend- und Totensignal gleichsetzen zu können.

werden auch mit ihm nach ihrem Tod bestattet) für drei unterschiedliche Populationen: eine stationäre Bevölkerung, eine wachsende und eine schrumpfende (Abb. 4). Um die unterschiedlichen

Wachstumsraten zu erreichen, wurde die Fertilität der Frauen entsprechend angepasst. Die Startergenerationsgröße von 1.000 Individuen wurde gewählt, um stochastische Effekte zu minimieren.

In Abbildung 5 kann man beobachten, dass die Artefaktraten in der Wachstumspopulation etwas niedriger sind (etwa 20 %), als in der stationären Bevölkerung und die der schrumpfenden Bevölkerung etwas höher (etwa 10 %). Wenn unbekannt ist, ob die Bevölkerung wuchs oder schrumpfte (eine ganz normale Sache in den meisten Fällen in der Archäologie), so können bei 30 Prozent Varianz, noch immer dieselben Anfangsvoraussetzungen für die Artefaktverteilung vorliegen. Simuliert man nicht, so erkennt man auch nicht, dass sich die Frequenzen unterscheiden, je nachdem, ob es sich um die lebende Population handelt oder ihren Friedhof. Das Signal der Friedhöfe ist immer etwas höher als das der lebenden Bevölkerung. Da dieser Abstand (siehe Abb. 3 und 5) unabhängig davon zu sein scheint, ob die Bevölkerung wächst oder nicht, hängt er aller Wahrscheinlichkeit am Alter, an dem das Artefakt vergeben wird (hier männliche Individuen im Alter von 20 Jahren).

Es kann festgehalten werden, dass die Logik, nach welcher ein Artefakt tatsächlich verteilt wird (hier: 20jährige Männer erhalten zu 20 % ein Artefakt), in keiner Weise durch die Zahlenwerte repräsentiert werden, welche in der Totenpopulation oder der Lebendpopulation gemessen werden (siehe Abb. 2, 3, 5). Nur wenn wir im Rahmen zusätzlicher kontextueller Information Kenntnis davon haben, wann und auf welche Weise ein Artefakt verteilt wird, beispielsweise wir die relevanten Altersgruppen kennen, können die Effekte der demografischen Dynamik ausgeschaltet werden und in allen drei Populationen, der stationären, der wachsenden und der schrumpfenden, etwa den Wert von 20 % reproduzieren – und das dann sowohl bei den Toten wie auch bei den Lebenden (Abb. 6). Man kann sehen, dass unter diesen Idealbedingungen der Unterschied zwischen dem Signal in der lebenden und der toten Bevölkerung lediglich vom stochastischen Effekt der Bevölkerungsgröße beeinflusst wird. Da die wachsende Bevölkerung (rote Linien/Punkte) auf Dauer die mit Abstand größte Bevölkerung darstellt, sind auch ihre Signale stabiler als die der kleineren Populationen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die demografische Dynamik Einfluss auf die Artefaktraten auf Friedhöfen hat, aber auch kein unlösbares Problem darstellt. In einer wachsenden Bevölkerung gibt es proportional mehr junge Individuen und daher ist der Anteil der 20-jährigen und älteren Männer insgesamt niedriger, also auch derjenigen darunter, welche ein Artefakt erhalten haben. Nur wenn die Routine bekannt ist, nach welcher ein Artefakt verteilt wird, besonders aber die relevanten Altersgruppen, kann richtig interpretiert werden, kann vom Friedhof auf die Lebendpopulation geschlossen werden und können demografische Effekte umgangen werden, die unweigerlich bei Friedhöfen in Effekt treten. Zudem wird nochmals deutlich wie wichtig es ist, das Individualalter der entsprechenden Bestatteten zu kennen, die Teil einer Analyse der Artefakte auf Populationsbasis werden. Es wird zudem aufgefallen sein, dass wir eigentlich neben den demografischen Bedingungen einen Teil der Information benötigen, welche wir über die Auswertung der Frequenzen von Artefakten zu erhalten hoffen. Ohne verschiedene Möglichkeiten durchzuprobieren und zu überprüfen, wobei solche Simulationen helfen können, ist dieses inverse Problem nicht zu lösen.

## 10.5 SELEKTIVE MORTALITÄT

Es hat bereits die Runde gemacht, dass die demografische Dynamik einen Einfluss auf unsere Interpretationsfähigkeit und die Vorgehensweise bei der Analyse der Paläoepidemiologie und der Auswertung von Artefakten hat. Das Sterbealter wird öfter hinzugezogen und bei der Interpretation der Bestattungsriten und Beigabenausstattungen berücksichtigt. Jedoch sind die interessanten Effekte der selektiven Mortalität bislang im Rahmen von Untersuchungen der materiellen Kultur unberücksichtigt geblieben. Anthropologen zitieren oft Wood et al.'s Paradox, stellen sich aber den Implikationen zumeist ebenso wenig.

Das folgende Experiment ähnelt den vorigen: 20 % der Männer erhalten im Alter von 20 Jahren

ein Artefakt. Die Population ist stationär, indem Geburtenrate und Sterberate im Mittel ausgeglichen sind. Die Bevölkerungsgröße beträgt zu Beginn 1000 Individuen und schwankt im Laufe der 200 simulierten Jahre um denselben Wert. Die Artefaktfrequenzen werden, wie zuvor, in der lebenden und der toten Bevölkerung nachverfolgt. Drei unterschiedliche Szenarien werden untersucht:

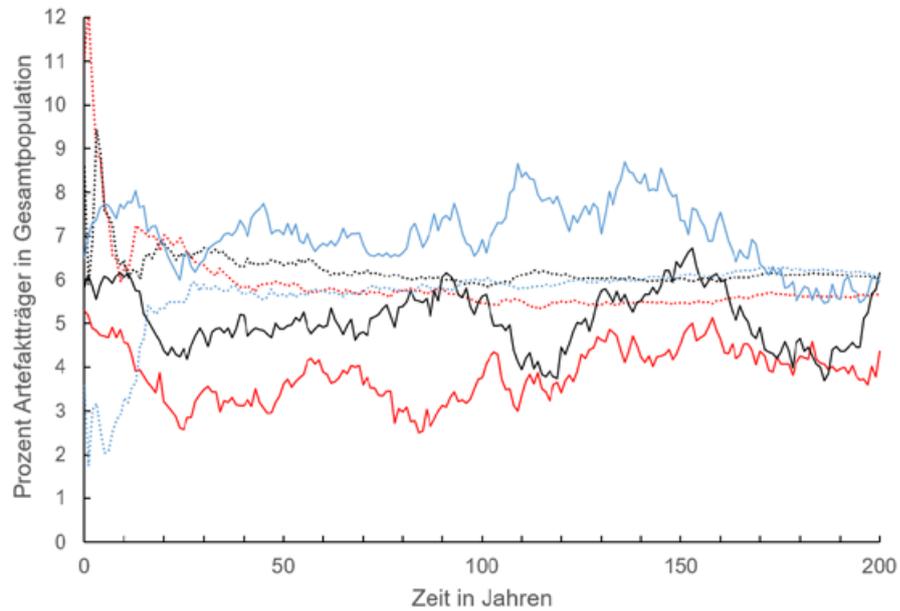
1. Der Erhalt des Artefakts (der Krankheit) hat keinen entscheidenden Einfluss auf die Sterbewahrscheinlichkeit (=Mortalität) des Individuums (schwarz)
2. Ab Erhalt des Artefakts (der Krankheit) steigt die Sterbewahrscheinlichkeit um 60 % (rot)
3. Ab Erhalt des Artefakts (der Krankheit) sinkt die Sterbewahrscheinlichkeit um 60 % (blau).

Der Einfluss der selektiven Mortalität wurde von Wood et al. (1992) bezogen auf Skelettsymptome und Pathologien beschrieben, beispielsweise *Cribra orbitalia*. Man kann sich den Einfluss von Mangelernährung oder einer Infektionserkrankung auf die Sterbewahrscheinlichkeit gut vorstellen. Bei einem zusätzlichen Stressagens ist es u.U. wahrscheinlicher, dass ein Individuum, welches bereits an einer Krankheit oder Mangel leidet, den Weg alles Irdischen gehen muss und ein Individuum, welches bislang gesund war, die Stressphase gut übersteht. Bei Artefakten ist es nur auf den ersten Blick der Fall, dass sie unabhängig von der Sterbewahrscheinlichkeit erscheinen. Archäologisches Sachgut, vor allem Grabbeigaben, sind Zeichen und Träger sozioökonomischer Faktoren (Härke 2000; Härke 2014; Parker Pearson 2003). Artefakte, aber auch noch indirektere Marker wie Grabpositionen etc. beeinflussen meist nicht selbsttätig die Sterbewahrscheinlichkeit, doch sicherlich stehen sie für vielfältige Einflussfaktoren, wie sich unterscheidende Lebensbedingungen, Zugang zu mehr und besseren/gesünderen Lebensmitteln und signifikant unterschiedlichen Risiken bei der täglichen Arbeit. Ich stelle die These auf, dass Artefakte sogar noch bessere Signifikatoren unterschiedlicher Lebensbedingungen und Risiken

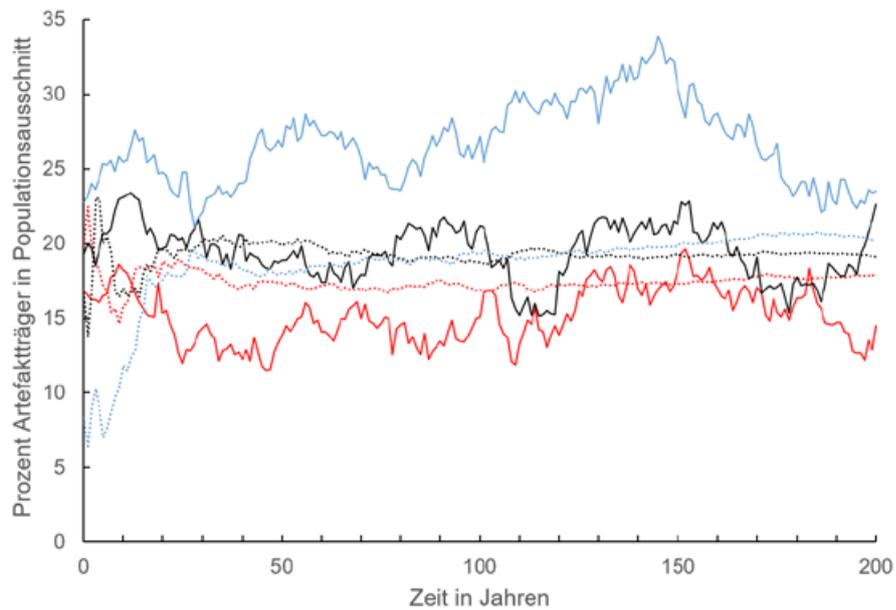
sein können, als spezielle Pathologien. Die Präsenz einer Mordwaffe hat unter Umständen einen höheren Mortalitätseffekt als Karies. Und auch wenn Waffen nicht benutzt werden, so heben sich die mit ihnen bestatteten Personen zumeist von denen ab, die keinen Zugang zu ihnen hatten. Ein Schwert kann daher beispielsweise ein Zeichen für überdurchschnittliche Ressourcen sind für einen speziellen Status mit Rechten und Pflichten und damit eventuell für eine höhere Resilienz gegenüber Infektionen/Hungersnöten etc., oder aber auch für die regelmäßige Verwicklung in körperliche Auseinandersetzungen, die ebenfalls einen frühzeitigen Tod zur Folge haben können.

Die Ergebnisse des oben beschriebenen Experiments sind her in Abbildung 7 bezogen auf die Gesamtpopulation zu sehen, in Abbildung 8 bezogen auf den spezifischen Bevölkerungsausschnitt (Männer im Alter von 20 Jahren und älter). Der Effekt der selektiven Mortalität ist in der lebenden Bevölkerung deutlich sichtbar, wenn sich auch die Friedhofssignale kaum unterscheiden. Die selektive Mortalität hinterlässt im vorliegenden Experiment deutliche Unterschiede zwischen den Lebenden und den Toten. Exerziert man das einmal durch, bedeutet das Ergebnis, dass man zwar ca. 6 % in der Gesamtpopulation des virtuellen Friedhofes und 20 % an verstorbenen Männern über 20 Jahren mit Artefakt beobachtet, aber eigentlich zu jedem Zeitpunkt in der lebenden Population ein anderer Anteil an Artefaktträgern vorhanden war. Wenn das Artefakt die Mortalität absenkt, ist in diesem Experiment auf Abbildung 8 zu erkennen, dass fast die doppelte Anzahl an Männern mit Artefakt lebt, als auf dem virtuellen Friedhof repräsentiert.

Besonders aber ist darauf hinzuweisen, dass die auf dem Friedhof gemessenen Raten nicht davon beeindruckt sind, wenn man den spezifischen Bevölkerungsausschnitt kennt. D.h. auch unter Idealbedingungen behält die selektive Mortalität ihren Effekt und kann nicht etwa wie die demografische Dynamik ausgeblendet werden (s.oben). Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass wir nicht einfach vom Friedhof auf die einst lebende Bevölkerung



**Abbildung 7:** 20% der Männer im Alter von 20 Jahren bekommen ein Artefakt in einer stationären Bevölkerung. Artefaktfrequenzen werden für die gesamte Lebendpopulation (durchgezogene Linien) und den gesamten virtuellen Friedhof (gepunktete Linien) ausgegeben. Es werden drei Szenarien verglichen: (1) Der Erhalt des Artefakts beeinflusst die Mortalität nicht (schwarz). (2) Der Erhalt des Artefakts beeinflusst die Mortalität positiv (60%) (rot). (3) Der Erhalt des Artefakts beeinflusst die Mortalität negativ (60%) (blau).



**Abbildung 8:** 20% der Männer im Alter von 20 Jahren bekommen ein Artefakt in einer stationären Bevölkerung. Artefaktfrequenzen werden für den speziellen Ausschnitt aus der Lebendpopulation (durchgezogene Linien) und den Anteil des virtuellen Friedhofs (gepunktete Linien) ausgegeben: Männer im Alter von 20 Jahren und älter. Es werden drei Szenarien verglichen: (1) Der Erhalt des Artefakts beeinflusst die Mortalität nicht (schwarz). (2) Der Erhalt des Artefakts beeinflusst die Mortalität positiv (60%) (rot). (3) Der Erhalt des Artefakts beeinflusst die Mortalität negativ (60%) (blau).

rückschließen können, vor allem dann nicht, wenn das auszuwertende Artefakt sozioökonomisch von besonderem Interesse ist.

Da wir nicht wissen, wie groß der Einfluss sozioökonomischer Faktoren auf die Überlebenswahrscheinlichkeit in der Vergangenheit war, muss das Experiment mit einer gewissen Vorsicht betrachtet werden. Es muss getestet werden, ob ein Einfluss von 60 % im Rahmen des Möglichen liegt oder eine deutliche Über- oder Unterschätzung des Einflusses der selektiven Mortalität darstellt. Stellt man dazu aber Gedankenexperimente an, wird einem ganz Angst und Bange. Die mittelalterliche Mortalität der 20 bis 24-Jährigen ist etwa sieben Mal höher als die entsprechende moderne Sterbewahrscheinlichkeit der 20 bis 24-Jährigen. Vielleicht sind daher auch Mortalitätsunterschiede von weit über 60 % nicht ganz unrealistisch (Duering 2014; Lopez et al. 1999).

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die selektive Mortalität eine diffuse und schwer messbare Größe in der Analyse von Gräberfeldern darstellt. Es wird deutlich, dass biologische Anthropologie und artefaktorientierte Archäologie unbedingt zusammenarbeiten müssen, weil sich der archäologische Befund leider nicht an die modernen Fächergrenzen hält und die Evidenz nur einer komplexen kontextuellen Betrachtung zu entlocken ist.

## 10.6 ZUSAMMENFASSUNG DIE LEBENDEN UND DIE TOTEN

Friedhöfe sind keine Populationen. Die Eigenschaften der Individuen auf Gräberfeldern entsprechen nur sehr indirekt den Eigenschaften der einstigen lebenden Gruppe. Es ist wichtig, die Population genau zu definieren, die von Anthropologen und Archäologen untersucht wird. Zudem ist es für viele Fragestellungen besser, einen gut gewählten Ausschnitt, eine statistische Stichprobe aus der Gesamtpopulation, zu beleuchten, statt die in der Gesamtpopulation enthaltenen Informationen zu überschätzen. Dass es von großer Bedeutung ist, stets zwischen der einst lebenden

Bevölkerung und der Gräberfelderpopulation zu unterscheiden, sollte durch die oben gezeigten Experimente deutlich geworden sein.

Die Hypothese, dass die Bevölkerungsdynamik in der Vergangenheit gering war, ist natürlich vor allem wenn man beispielsweise die Völkerwanderungszeit oder ähnliche Phasen der Geschichte untersucht, völlig absurd, dazu beispielsweise Séguy and Buchet (2013) vs. Acsádi and Nemeskéri (1970). Im archäologischen Befund haben wir ja nicht die gesamte Weltbevölkerung, sondern kleine Ausschnitte regionalen und kurzzeitigen Dynamiken ausgesetzte Bevölkerungen und deren Friedhöfe als Untersuchungsgegenstand. Grundsätzlich sollten Wachstum, Ein- und Auswanderung über einfache demografische Simulationen berücksichtigt werden, die im Abschnitt zur demografischen Dynamik dargestellt werden.

Die oft sehr kleinen Bevölkerungen im archäologischen Befund werden zudem oft untersucht, als wäre der Effekt der geringen Zahl völlig unerheblich. Die ersten Experimente dieses Beitrags zeigen jedoch, dass die üblicherweise von Anthropologen und Archäologen untersuchten Gräberfelder sehr stark von der Stochastik beeinflusst sind. Viele archäologische Befunde sind Zufallsprodukte, die durch den Effekt kleiner Bevölkerungsgrößen oder zu kurzer Zeitausschnitte zustande kommen. Besonders die Größe, welche von uns von Interesse ist, der einst lebende Population, ist stark beeinflusst von den Faktoren der geringen Zahl. Ich fordere daher eine gewisse Zurückhaltung bei der Interpretation kleiner Gräberfelder oder Grablegen.

Ein Ansatz, welcher demografische Simulationen beinhaltet und in den Methodenkanon mit einbezieht, kann die Effekte der geringen Zahl, der demografischen Dynamik, des Unterschieds zwischen Friedhöfen und der lebenden Bevölkerung, etc. berücksichtigen und das Fragen- und Analysespektrum deutlich erweitern. Virtuelle Experimente sind hilfreich, einen Bestattungsort richtig einschätzen zu lernen, besonders helfen sie aber dabei, gegenüber der Aussagekraft der erhobenen Daten etwas Demut zu erlernen. Das osteologische Paradox (Wood et al. 1992) stellt den methodo-

logischen Amboss dar, auf welchem die Interpretationen von archäologischen Gräberfeldern mithilfe virtueller Exploration zurechtgeschmiedet werden sollten.

## 10.7 DAS ARCHÄOLOGISCHE PARADOX

Ohne Kontext und Kenntnis demografischer Parameter, führen uns Bestattungsplätze in die Irre, wenn wir Informationen über die einst Lebenden gewinnen wollen – das eigentliche Ziel jeder anthropologischen und archäologischen Betätigung. Das archäologische Paradox (Wood et al. 1992) ist ebenso sehr ein paläodemografisch-epidemiologisches, wie ein archäologisches Problem. Wann immer Krankheiten und Artefakte über individuelle Biografien einzelner Bestatteter hinaus im Rahmen von Gruppen kontextualisiert werden, müssen Frequenzen, Prozentsätze etc. errechnet werden. Diese unterscheiden sich fast grundsätzlich zwischen dem Befund und der einstigen lebenden Bevölkerung. Was Krankheitsraten betrifft, trifft aber ebenso, wenn nicht gar noch mehr, auf alle Marker sozioökonomischer Unterschiede zwischen Individuen und Gruppen zu. Das Studium von Artefakten kann nicht ohne das biologische Individualalter, das Geschlecht, Informationen zu demografischen Parametern, sowie den Einfluss selektiver Mortalität auskommen. Die Experimente dieses Beitrags führen zu den folgenden Beobachtungen:

1. Wann immer von der Totenpopulation auf die Lebendpopulation geschlossen wird, sind einfache Vergleiche von Prozentsätzen und Frequenzen sehr problematisch, ohne demografische Faktoren und sozioökonomische Einflussfaktoren auf die Biologie der Untersuchten zu berücksichtigen. Es spielt dabei keine Rolle, ob die Frequenzen vermeintlich rein biologische Eigenschaften oder die materielle Kultur beschreiben. Da sie auf Bestattungsplätzen individualgebunden sind, zerfließen fast immer die Schranken zwischen Anthropologie und Archäologie.
2. Die mathematischen Prozeduren zur Berücksichtigung der demografischen Dynamik und der selektiven Mortalität sind komplex genug, dass computergestützte Verfahren und Simulationen verwendet werden sollten, um ihnen Herr zu werden. Der PCS (Düring 2015; Düring 2017; Düring and Wahl 2014a; Düring and Wahl 2014b) stellt eine solche Simulationssoftware dar.
3. Es ist sehr oft der Fall, dass wir nicht alle zu Interpretation notwendigen Parameter kennen und daher mit Kontextinfos, Proxydaten oder zunächst „best guesses“ auskommen müssen, um uns dem archäologischen Paradox anzunähern.
4. Beim Verständnis des Einflusses der selektiven Mortalität und demografischen Dynamik auf die Paläoepidemiologie stehen wir am Anfang. Das Problem der selektiven Mortalität für die gesamte Gräberfelderanalyse, inklusive der materiellen Kultur, ist noch nicht erkundet, eröffnet aber ein weites Feld neuer Ansätze und Fragestellungen, beispielsweise verschiebt es den Blickwinkel auf den Informationsgehalt von Gräberfeldern hinsichtlich der einstigen Lebensbedingungen und es macht klar, dass in der Archäologie ganz generell liebgegewonnene Methoden überdacht und „unumstößliche“ Ergebnisse hinterfragt werden müssen. Archäologie und Anthropologie müssen dabei mit Nachbardisziplinen wie Medizin, Forensik, Demografie, Geschichte und Ethnologie Hand in Hand gehen und den antiquarischen Ansatz des Beschreibens der Toten überwinden, wenn wirklich etwas über die einst Lebenden in Erfahrung gebracht werden soll.

## DANKSAGUNG

Die hier beschriebenen Experimente entstammen der Forschungsarbeit an meiner Promotion in Oxford, welche durch den Clarendon Fund finanziert wurde. In diesem Rahmen bin ich besonders Helena Hamerow, Rick Schulting, Julia Lee-Thorp, Andrew Chamberlain, Kenneth Kahn, Isabelle Séguy und Joachim Wahl zu Dank verpflichtet.

## LITERATUR

- ACSÁDI G.**, and Nemeskéri J. 1970. History of Human Life Span and Mortality. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- DUERING A.** 2014. Der Friedhof von Bärenthal auf der Scherra. Lebensverhältnisse und Bestattungsbrauch einer Dorfbevölkerung des 7. bis 10. Jahrhunderts. *Fundberichte aus Baden-Württemberg* 34(2):391-490.
- DUERING A.** 2015. The Population & Cemetery Simulator.
- DUERING A.** 2017. From Burials to Settlement Patterns. Bridging the Gap Between the Living and the Dead Using an Agent-Based Demographic Model [DPhil Thesis]. Oxford: University of Oxford.
- DUERING A.**, and Wahl J. 2014a. Agentenbasierte Computersimulationen als Schlüssel zur demographischen Struktur des bandkeramischen Massengrabs von Talheim. *Fundberichte aus Baden-Württemberg* 34(2):5-24.
- DUERING A.**, and Wahl J. 2014b. A massacred village community? Agent-based modelling sheds new light on the demography of the Neolithic mass grave of Talheim. *Anthropologischer Anzeiger / Journal of Biological and Clinical Anthropology* 71(4):447-468.
- FERNÁNDEZ-CRESPO T.**, Schulting R.J, Ordoño J, Duering A., Etxeberria F., Herrasti L., Armentariz Á., Vegas J.I., and Ramsey C.B. 2018. New radiocarbon dating and demographic insights into San Juan ante Portam Latinam, a possible Late Neolithic war grave in North-Central Iberia. *American Journal of Physical Anthropology* 0(0):1-12.
- HÄRKE H.** 2000. Social Analysis of Mortuary Evidence in German Protohistoric Archaeology. *Journal of Anthropological Archaeology* 19(4):369-384.
- HÄRKE H.** 2014. Grave goods in early medieval burials: messages and meanings. *Mortality* 19(1):41-60.
- HILLS C.**, AND **LUCY S.** 2013. Spong Hill. Part IX, chronology and synthesis. Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research.
- LOPEZ A.D.**, Salomon J, Ahmad O, Murray C.J, and Mafat D. 1999. Life tables for 191 countries: data, methods and results. In: Organization WH, editor. GPE Discussion Paper Series: No9.
- PARKER PEARSON M.** 2003. The archaeology of death and burial. Stroud: Sutton.
- SÉGUY I.** AND **BUCHET L.** 2013. Handbook of Palaeodemography. New York: Springer.
- WOOD J.W.**, Milner G.R, Harpending H.C, Weiss K.M, Cohen M.N, Eisenberg LE, Hutchinson D.L, Jankauskas R, Česnys G, Katzenberg M.A et al. 1992. The Osteological Paradox: Problems of Inferring Prehistoric Health from Skeletal Samples [and Comments and Reply]. *Current Anthropology* 33(4):343-370.
- WRIGHT L.E.**, and Yoder C.J. 2003. Recent Progress in Bioarchaeology: Approaches to the Osteological Paradox. *Journal of Archaeological Research* 11(1):43-70.

