

# Agentenbasierte Computersimulationen als Schlüssel zur demographischen Struktur des bandkeramischen Massengrabs von Talheim

ANDREAS DÜRING und JOACHIM WAHL

## Einführung

Ungewöhnliche, das bekannte Erscheinungsbild einer bestimmten Epoche oder kulturellen ‚Einheit‘ sprengende Befunde erregen im Rahmen der archäologischen Forschung stets besondere Aufmerksamkeit.<sup>1</sup> Talheim, wie auch andere Fälle aus dem Neolithikum oder der Bronzezeit, bei denen die Skelettreste gleich mehrerer Individuen Spuren von Gewalteinwirkung aufweisen und in denselben Kontext gestellt werden können, nehmen hierbei eine besondere Stellung ein, da sie als frühe Belege für tötliche Auseinandersetzungen, Massenmord und vielleicht sogar Krieg gelten.<sup>2</sup> Es stellt sich jedoch die Frage, inwieweit derartige Sonderfunde auch Informationen über das ‚normale‘ Leben prähistorischer Populationen liefern, z.B. über die demographische Struktur, die Familien- oder Haushaltsgröße. Wie die nachfolgenden Überlegungen zeigen, sind im Zusammenhang mit Massengräbern spezifische, paläodemographische Charakteristika zu berücksichtigen, die es notwendig machen, bisherige Untersuchungsmethoden zu korrigieren und weiterzuentwickeln.

Die Fundgeschichte des bandkeramischen Massengrabs von Talheim wie auch die bisherigen Interpretationsansätze zum Hintergrund des Geschehens, mögliche Szenarien und Motive sind hinlänglich bekannt.<sup>3</sup> Die vorgefundenen traumatischen Befunde belegen zweifelsfrei, dass mindestens 34 Personen einem Massaker zum Opfer fielen und im Anschluss daran rasch verscharrt wurden. Von Beginn an stand dabei die Frage im Raum, ob die derart entsorgten Menschen eine ‚aus dem Leben gegriffene‘ bzw. ‚geschlossene Population‘ dokumentieren, d.h. eine demographisch repräsentative Bevölkerung darstellen.<sup>4</sup>

---

1 Zuletzt beispielsweise P. BAHN (Hrsg.), *Der Knochen-Code. Skelette als Schlüssel zur Geschichte* (Darmstadt 2013).

2 P. BICKLE/A. WHITTLE (Hrsg.), *The first farmers of central Europe. Diversity in LBK lifeways*. Oxbow Books (Oxford 2013). – W. HAAK/G. BRANDT/H. N. D. JONG/C. MEYER/R. GANSLMEIER/V. HEYD/C. HAWKESWORTH/A. W. G. PIKE/H. MELLER/K. W. ALT, *Ancient DNA, Strontium isotopes, and osteological analyses shed light on social and kinship organization of the Later Stone Age*. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 105, 2008, 18226–18231. – J. WAHL, *15 000 Jahre Mord und Totschlag: Anthropologen auf der Spur spektakulärer Verbrechen* (Stuttgart 2012).

3 J. WAHL/H. G. KÖNIG, *Anthropologisch-traumatologische Untersuchung der menschlichen Skelettreste aus dem bandkeramischen Massengrab bei Talheim, Kreis Heilbronn* (mit einem Anhang von JÖRG BIEL). *Fundber. Baden-Württemberg* 12, 1987, 56–193. – K. J. NARR, *Gemetzel oder rituelle Tötung? Zum bandkeramischen „Massengrab“ von Talheim*. In: W. KRAWIETZ/L. POSPIŠIL/S. STEINBRICH (Hrsg.), *Sprache, Symbole und Symbolverwendungen in Ethnologie, Kulturanthropologie, Religion und Recht* [Festschrift für Rüdiger Schott] (Berlin 1993) 291–305. – U. EISENHAUER, *Jüngerbandkeramische Residenzregeln: Patrilokalität in Talheim*. In: J. ECKERT/U. EISENHAUER/A. ZIMMERMANN (Hrsg.), *Archäologische Perspektiven. Analysen und Interpretationen im Wandel* [Festschrift für Jens Lüning] (Rahden/Westf. 2003) 561–573. – WAHL 2012 (Anm. 2). – J. WAHL/I. TRAUTMANN, *The Neolithic massacre at Talheim: A pivotal find in conflict archaeology*. In: R. J. SCHULTING/L. FIBIGER (Hrsg.), *Sticks, Stones and Broken Bones* (Oxford 2012) 77–100.

4 WAHL/KÖNIG 1987 (Anm. 3) 75; 182.

Auf einer sehr generellen Ebene entspricht die vorliegende Individuenzahl der für zeitgleiche Bevölkerungsgruppen, z.B. Schwetzingen und Stuttgart-Mühlhausen, angenommenen Gruppengröße.<sup>5</sup> Auch die einfache und häufig verwendete Formel von ACSÁDI und NEMESKÉRI,<sup>6</sup> die zur groben Schätzung von Bevölkerungsgrößen dient, liefert nicht selten Werte in der Größenordnung von 30 bis 50 Individuen. Diese Approximationen gehen einerseits von einer statischen Bevölkerung aus und vernachlässigen Geschehnisse wie Zu- oder Abwanderungen, Naturkatastrophen, Epidemien, Hungersnöte o. ä., die insbesondere bei einer längeren Belegungsdauer eines Friedhofs nicht ausgeschlossen werden können. Sie korrespondieren andererseits mit siedlungsarchäologischen Beobachtungen, die auf der Basis unterschiedlicher Untersuchungsansätze zustande kommen.<sup>7</sup> Ab dieser Gruppengröße kann von mehreren Kernfamilien als Untereinheiten ausgegangen werden. Insofern unterscheidet sich das frühe Neolithikum kaum von fast jeder anderen, vormodernen, agrarischen Gesellschaft. So liegen beispielsweise auch für frühmittelalterliche Siedlungen vergleichbare Schätzwerte vor.<sup>8</sup> Es gilt demnach zu überlegen, ob es sich bei dieser Größenordnung um chronologische Tendenzen oder einen für sesshafte, bäuerliche Gesellschaften als Minimum anzunehmenden, charakteristischen und/oder biomathematisch ‚notwendigen‘ Ausgangswert handelt. Dies soll jedoch nicht im Sinne einer prozessualen Verallgemeinerung, sondern eher als Methodenkritik verstanden werden.

Neben der Annahme, es handelte sich in Talheim um eine (nahezu) komplette Lebendpopulation, die zu einem bestimmten Zeitpunkt gewaltsam zu Tode kam, steht die Vermutung, dass diese aus etwa vier ‚Familien‘ oder Untereinheiten im weitesten Sinne bestanden habe.<sup>9</sup> Dem Betrachter böte sich auf diese Weise quasi eine Momentaufnahme zum Aufbau und zur Zusammensetzung einer bandkeramischen Dorfbevölkerung dar – geeignet für demographische Studien ohne die für Nekropolen üblichen Filtereffekte wie z. B. eine unvollständige Erfassung. Im Rahmen der Erstbearbeitung

- 
- 5 R. A. BENTLEY/P. BICKLE/M. FRANCKEN/C. GERLING/J. HAMILTON/R. HEDGES/E. STEPHAN/J. WAHL/A. WHITTLE, Baden-Württemberg. In: BICKLE/WHITTLE 2013 (Anm. 2) 251–290. – C. GERLING, Das linearbandkeramische Gräberfeld von Schwetzingen, Rhein-Neckar-Kreis. *Fundber. Baden-Württemberg* 33, 2013, 7–263.
- 6 G. ACSÁDI/J. NEMESKÉRI, History of Human Life Span and Mortality. *Akadémiai Kiadó* (Budapest 1970).
- 7 BENTLEY at al. 2013 (Anm. 5) 258 ff. – A. ZIMMERMANN/J. HILPERT/K. P. WENDT, Estimations of Population Density for Selected Periods Between the Neolithic and AD 1800. *Human Biol.* 81, 2009, 357–380. – Siehe dazu auch E. BIERMANN, Überlegungen zur Bevölkerungsgröße in Siedlungen der Bandkeramik (Köln, Düren 2001) Online-Veröffentl. <http://www.rheinland-archäologie.de/biermann2000c.pdf>. – R. EBERSBACH/C. SCHADE, Modelle zur Intensität der bandkeramischen Landnutzung am Beispiel der Altsiedellandschaft Mörlener Bucht/Wetterau. In: J. LÜNING/C. FRIRDICH/A. ZIMMERMANN (Hrsg.), Die Bandkeramik im 21. Jahrhundert. *Int. Arch., Kongress 7 (Rahden/Westf. 2005)* 259–273.
- 8 P. DONAT/H. ULLRICH, Einwohnerzahlen und Siedlungsgrößen der Merowingerzeit. Ein methodischer Beitrag zur demographischen Rekonstruktion frühgeschichtlicher Bevölkerungen. *Zeitschr. Arch.* 5, 1971, 234–265. – D. ADE/B. RÜTH/A. ZEKORN (Hrsg.), Alamannen zwischen Schwarzwald, Neckar und Donau. Begleitbuch zur Ausstellung (Stuttgart 2008). – R. E. M. HEDGES, Anglo-Saxon Migration and the Molecular Evidence. In: H. HAMEROW/D. A. HINTON/S. CRAWFORD (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Anglo-Saxon Archaeology* (Oxford 2011) 79–90. – H. HAMEROW, Rural settlements and society in Anglo-Saxon England (Oxford 2012).
- 9 WAHL/KÖNIG 1987 (Anm. 3). – K. W. ALT/W. VACH/J. WAHL, Kinship analysis of skeletal remains from the Bandkeramik mass grave at Talheim, Kreis Heilbronn. *Fundber. Baden-Württemberg* 20, 1995, 195–217. – J. WAHL/H.-C. STRIEN, Tatort Talheim 7000 Jahre später. Archäologen und Gerichtsmediziner ermitteln. *museo* 23 (Heilbronn 2009). – WAHL 2012 (Anm. 2). – WAHL/TRAUTMANN 2012 (Anm. 3).
- 10 WAHL/KÖNIG 1987 (Anm. 3) 73–80. – In den 1970er-Jahren wurden erste, grundlegende Arbeiten zur Ableitung und Einschätzung paläodemographischer Parameter auf der Basis vorgeschichtlicher Skelettserien publiziert. Vor allem ACSÁDI/NEMESKÉRI 1970 (Anm. 6) oder DONAT/ULLRICH 1971 (Anm. 8) wie auch U. DRENHAUS, Paläodemographie, ihre Aufgaben, Grundlagen und Methoden. *Zeitschr. Bevölkerungswiss.* 3, 1977, 3–40. – H. ULLRICH, Methodische Bemerkungen zur Schätzung der Bevölkerungszahl in frühgeschichtlichen Siedlungen. *Anthropologia* 22, 1976, 283 ff. und M. GEBÜHR/J. KUNOW, Der Urnenfriedhof von Kemnitz, Kr. Potsdam-Land. *Zeitschr. Arch.* 10, 1976, 185–222. – In der Folge galt ein Hauptaugenmerk der Altersverteilung sowie der Relation von Nichterwachsenen zu Erwachsenen innerhalb einer vorgegebenen Skelettserie, die sich u. a. aus einer Sterbetafel (Spalte  $d_x$  = relative Zahl der Gestorbenen in Fünfjahresklassen) ablesen lassen. Deren Berechnung für Talheim erfolgte wohl wissend, dass es sich bei diesem Kollektiv nicht um einen über einen längeren Zeitraum genutzten Friedhof handelt.

wurden Sterbetafeln (mit und ohne Kinderdefizit) sowie eine Alterspyramide berechnet, die Generationendauer abgeschätzt und Vergleiche des mittleren Sterbealters mit anderen neolithischen Skelettserien vorgenommen.<sup>10</sup> Anhand der vorliegenden, virtuellen Simulationen lässt sich nun definitiv aufzeigen, dass die Lebendpopulation von Talheim nicht mit einer über einen gewissen Zeitraum ‚gewachsenen‘ Friedhofspopulation gleichgesetzt werden kann und somit für traditionelle demographische Berechnungsmethoden ungeeignet ist.

## Der neue Auswertungsansatz

Die vorliegende Studie zielt nicht nur darauf, bislang publizierte demographische Parameter bzgl. der Talheimpopulation zu prüfen, diese soll v. a. als Ausgangsbeispiel dafür dienen, die Komplexität derartiger Analysen aufzuzeigen, bislang mehr theoretische Ansätze in die Praxis zu überführen und somit zukünftige Untersuchungen methodisch auf eine stabilere Basis zu stellen.<sup>11</sup> Da sukzessive belegte Friedhöfe eine andere demographische Struktur aufweisen als Momentaufnahmen der lebenden Bevölkerung, gilt es zuerst, den wesentlichen Unterschied zwischen Lebend- und Totenpopulationen darzustellen.<sup>12</sup> Anschließend soll hinterfragt werden, welche Informationen die 34 Individuen aus dem Massengrab von Talheim mit Blick auf ihre Zusammensetzung nach Alter und Geschlecht überhaupt zu liefern imstande sind. Ausgehend von der Annahme, dass Gräberfelder (= Totenpopulationen), wie z. B. diejenigen von Bärenthal (Frühmittelalter)<sup>13</sup> und Schwetzingen (Frühneolithikum)<sup>14</sup> durch eine lebende Population kontinuierlich belegt und ‚geformt‘ werden, kann ein Vergleich mit einer tatsächlichen Lebendpopulation eine Gedankenbrücke zwischen beiden mathematischen Entitäten herstellen. Computersimulationen erlauben es dann, den jeweils fehlenden Fall zu projizieren. D. h. die Dynamiken diesseits und jenseits der Gräber werden erfassbar und gestatten damit einen Rückschluss von den Hinterlassenschaften lebender Populationen (Siedlungen) auf die zugehörigen, dynamischen oder statischen Bestattungsgemeinschaften und umgekehrt.

Aufgrund ihrer regionalen und chronologischen Nähe zu Talheim eignet sich die Nekropole von Schwetzingen, die mit 211 Individuen zudem eine der größten Vergleichsserien dieser Zeit in Südwestdeutschland darstellt, besonders gut für eine Gegenüberstellung. Auch wenn sie die üblichen anthropologischen Repräsentativitätstests nicht ganz erfüllt, gehören immerhin 37,3% der Bestatteten zur Altersgruppe der Nichterwachsenen.<sup>15</sup> Bärenthal wurde aus bestimmten Gründen als zweite Vergleichspopulation ausgesucht. Diese Bestattungsgemeinschaft stammt aus einem anderen Zeitraum (7. bis 10. Jh.) und erscheint mit einem Subadultenanteil von über 40% repräsentativ.<sup>16</sup> Zudem liegt der Fundort geographisch weiter entfernt und die dort einst lebenden Menschen mussten mit deutlich ungünstigeren Bedingungen (Klima und Bodengüte) zurechtkommen, was sich erwiesenermaßen auf deren Ernährungssituation auswirkte. Sein zeitlich wie auch räumlich großer Abstand zur Bandkeramik ist für diesen v. a. methodisch ausgerichteten Beitrag bewusst gewählt.

---

11 Vgl. R. D. HOPPA/J. W. VAUPEL (Hrsg.), *Paleodemography: Age Distribution From Skeletal Samples* (Cambridge 2002). – Bei der sog. agentenbasierten Simulation handelt es sich um eine computergestützte, auf Individualdaten basierende Modellierung im Rahmen komplexer Systeme.

12 Siehe A. DÜRING, *Media vita in morte sumus. Different dynamics of the living and dead populations at Bärenthal*. Paper presented at Proceedings of the Cultural Heritage and New Technologies Conference 17 (Vienna 2012).

13 A. DÜRING, *Von schwerem Leben und frühem Tod – Der frühmittelalterliche Friedhof Bärenthal aus archäologisch-anthropologischer Perspektive*. Magisterarbeit (Tübingen 2011). – DÜRING 2012 (Anm. 12).

14 GERLING 2013 (Anm. 5) 7–263. – BENTLEY et al. 2013 (Anm. 5) 251–290.

15 BENTLEY et al. 2013 (Anm. 5) 267 ff.

16 DÜRING 2011 (Anm. 13). – A. DÜRING/J. WAHL, *Die Kinder im frühmittelalterlichen Bärenthal – Ein osteoarchäologischer Exkurs*. In: R. W. KORY (Hrsg.), *Studien in memoriam Brigitte Lohrke* (Arbeits-titel). curach bhán publications (Berlin 2013) im Druck.

Ausgangspunkt für den zweiten Schritt der Simulation ist die Frage, ob es sich bei der Population von Talheim tatsächlich um eine Lebendpopulation oder gar eine komplette Dorfgemeinschaft handelt. Die Hypothese für dieses virtuelle Experiment lautet daher: Simuliert man die Lebendpopulationen des zeitgleichen Gräberfelds von Schwetzingen sowie des repräsentativen Friedhofs von Bärenthal und weichen diese in wesentlichen Parametern von der in Talheim vorgefundenen Population ab, so ist es unwahrscheinlich, dass im Massengrab eine repräsentative Gruppe begraben wurde. Wenn allerdings die demographische Struktur der Talheimer Population den bei der Mehrzahl der Simulationsdurchläufe der Lebendpopulationen von Bärenthal und Schwetzingen beobachteten Ergebnissen entspricht, wäre dies ein wesentliches Argument dafür, dass es sich in dem Massengrab um eine (nahezu) vollständige Gruppe handeln könnte, die zu einem bestimmten Zeitpunkt ausgelöscht wurde. Falls sich das Szenario verifizieren lässt, liefern die Sterblichkeitsdaten und Sterbetafelkalkulationen der beiden Gräberfeldpopulationen einen Anhaltspunkt dafür, wie die tatsächlichen demographischen Parameter in Talheim ausgesehen haben könnten – aber aus dem Massengrab alleine nicht abgeleitet werden können.

### Grundsätzliches zur Methode

Bei der Analyse archäologischer und/oder anthropologischer Fragestellungen wird das Potenzial des Instrumentariums, das die Mathematik und Informatik zur Verfügung stellen, auch heute noch kaum genutzt. Postprozessuale und anti-naturwissenschaftliche Strömungen haben die Forschung lange Zeit daran gehindert, fundamentale mathematische Einsichten bei der Analyse von Skelettpopulationen zu gewinnen. Die immer noch gängigen, eher protowissenschaftlichen Vorgehensweisen basieren zumeist auf einer unausgereiften Logik.<sup>17</sup> Die nachfolgend vorgestellten Modellierungen befassen sich mit den Aspekten, die meist unterbewusst in die archäologische Demographie einfließen, sobald alle verfügbaren Daten zusammengetragen wurden und bevor weiterführende comparative Analysen und Interpretationen folgen. In diesem Zusammenhang sei auf das Fehlen von Programmiersprachen im Methodenkanon der Lehre hingewiesen. Die Ausbildung orientiert sich zumeist stärker an traditionellen Methoden als die eigentliche Forschungstätigkeit nach Beendigung des Studiums. So zeigen technische Anwendungen, wie z. B. GIS, Oxcal oder andere, virtuelle Modelle, wie die agentenbasierte Simulation der Anasazi,<sup>18</sup> immer häufiger, welche Aussagemöglichkeiten sie für die Archäologen in der praktischen Anwendung bereithalten. Hierzu sind eingängige und frei verfügbare Basisprogramme erforderlich, die es dem Anwender ersparen, immer wieder neu programmieren zu müssen. Das *modelling4all-project* in Oxford hält dafür eine innovative Plattform bereit, die auch ohne detaillierte Programmierkenntnisse komplexe, agentenbasierte Simulationen ermöglicht. Der sog. *behaviour composer*<sup>19</sup> bietet dabei verschiedene Eingabeebenen mit einem unterschiedlichen Grad an Komplexität und ermöglicht somit, in nur einem Fenster Daten einzugeben und die Simulation zu starten (Abb. 1). Es besteht zudem die Möglichkeit, die dahinter befindlichen Prinzipien (Parameter) an die eigenen Vorstellungen anzupassen. Das Programm steht als Freeware zur Verfügung und kann problemlos auf jeder Bearbeitungsebene geteilt werden.<sup>20</sup>

Der *Population & Cemetery Simulator* erschafft virtuelle weibliche und männliche Individuen, die innerhalb einer virtuellen Umgebung zusammenleben. Die zugrunde liegende Struktur wurde inspiriert

17 S. E. VAN DER LEEUW, Why Model? *Cybernetics and Systems* 35, 2004, 117–128. – P. VERHAGEN/T. WHITLEY, Integrating Archaeological Theory and Predictive Modeling: a Live Report from the Scene. *Journal Arch. Method and Theory* 19, 2012, 49–100.

18 R. L. AXTELL/J. M. EPSTEIN/J. S. DEAN/G. J. GUMERMAN/A. C. SWEDLUND/H. JASON/S. CHAKRAVARTY/R. HAMMOND/P. JON/M. PARKER, Population Growth and Collapse in a Multiagent Model of the Kayenta Anasazi in Long House Valley. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* 99, 2002, 7275–7279.

19 K. KAHN/H. NOBLE, The BehaviourComposer 2.0: a web-based tool for composing NetLogo code fragments. *Constructionism Paris 2010*, 1–14.

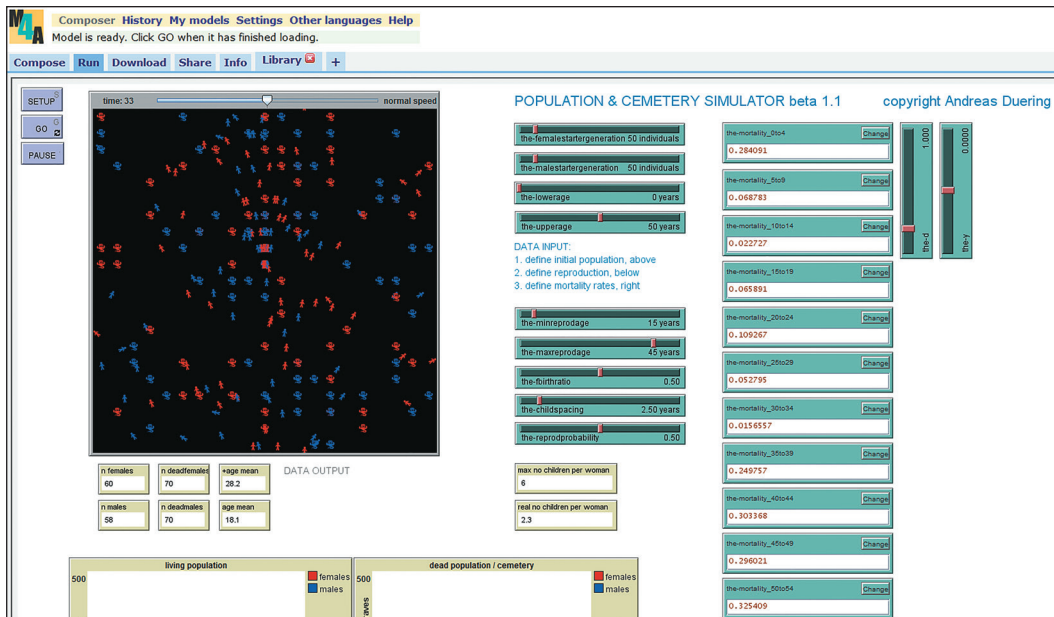


Abb. 1: Screenshot des Eingabefensters des *Population & Cemetery Simulator*. Einfache Simulationen können mit der Betaversion des Programms direkt im Internet vorgenommen werden.

durch die Modelle von S. KÖLBL,<sup>21</sup> die das Kleinkinderdefizit in frühmittelalterlichen Friedhöfen mit sog. Monte-Carlo-Simulationen unter die Lupe nahm. Dieser Ansatz wurde optimiert und noch besser auf die praktischen Bedürfnisse seitens der Anthropologie und Archäologie abgestimmt. Jedes Individuum altert fortschreitend in einjährigen Zeitschritten, wobei in jedem virtuellen Jahr abgefragt wird, welche Individuen – abhängig vom vorher eingegebenen, altersabhängigen Sterberisiko – einen virtuellen Tod sterben oder weiterleben. Dieses Sterberisiko kann beispielsweise einer für die zu simulierende Population erstellten Sterbetafel entnommen werden. Am Ende jedes Jahres werden alle lebenden und alle verstorbenen Individuen ausgezählt. Damit lassen sich alle Veränderungen der virtuellen Lebendpopulation und des dazugehörigen, wachsenden Friedhofs kontinuierlich nachvollziehen. Weibliche Individuen sind – abhängig von verschiedenen Variablen wie Dauer der reproduktiven Phase (Fruchtbarkeitszeitraum vom Beginn der Menarche bis zur Menopause), Geburtenabstand je nach Stillzeit (*child-spacing*) sowie der allgemeinen Befruchtungswahrscheinlichkeit – des Weiteren in der Lage, ein Kind zu gebären, wodurch wesentliche biologische, extrinsische und soziale Filter abgedeckt werden können. Der Experimentator kann zudem Startergenerationen unterschiedlicher Größe und Altersstruktur für das erste Jahr der Simulation anlegen.<sup>22</sup>

20 An dieser Stelle sei auf den *Population & Cemetery Simulator* hingewiesen, der von A. DÜRING im Rahmen seines Promotionsstudiums in Oxford programmiert wurde und eine leicht verständliche Ausgangsbasis für demographische Experimente bietet. Das Programm ist (zus. mit einer Einführung in englischer Sprache) auf der Internetseite des *modelling4all-projects* zu finden (A. DÜRING, The Population & Cemetery Simulator [17/09/2013, 2013] <http://resources.modelling4all.org/projects/population-cemetery-simulator-beta-1-0>). Obwohl sich der Simulator noch im Beta-Stadium befindet, ist er bereits imstande, sämtliche in diesem Beitrag präsentierten Experimente sowie ähnliche Routinen durchzuführen. Der Simulator ist jedem Programm überlegen, das den Zugriff auf die internen Routinen stärker einschränkt oder diese in einem Kontext präsentiert, der ohne Programmierhintergrund nicht zu verstehen ist. Es wäre wünschenswert, wenn er (zur Wiederholung der an dieser Stelle präsentierten Simulationen oder mit beliebigen, anderen Datensätzen) möglichst zahlreich getestet würde.

21 S. KÖLBL, Das Kinderdefizit im frühen Mittelalter – Realität oder Hypothese? Zur Deutung demographischer Strukturen in Gräberfeldern. Diss. (Tübingen 2004).

22 Im elektronischen Benutzerhandbuch, das ebenso wie die Betaversion als *freeware* zur Verfügung steht, sind alle Variablen und internen Vorgänge detailliert beschrieben (siehe DÜRING 2013 [Anm. 20]).

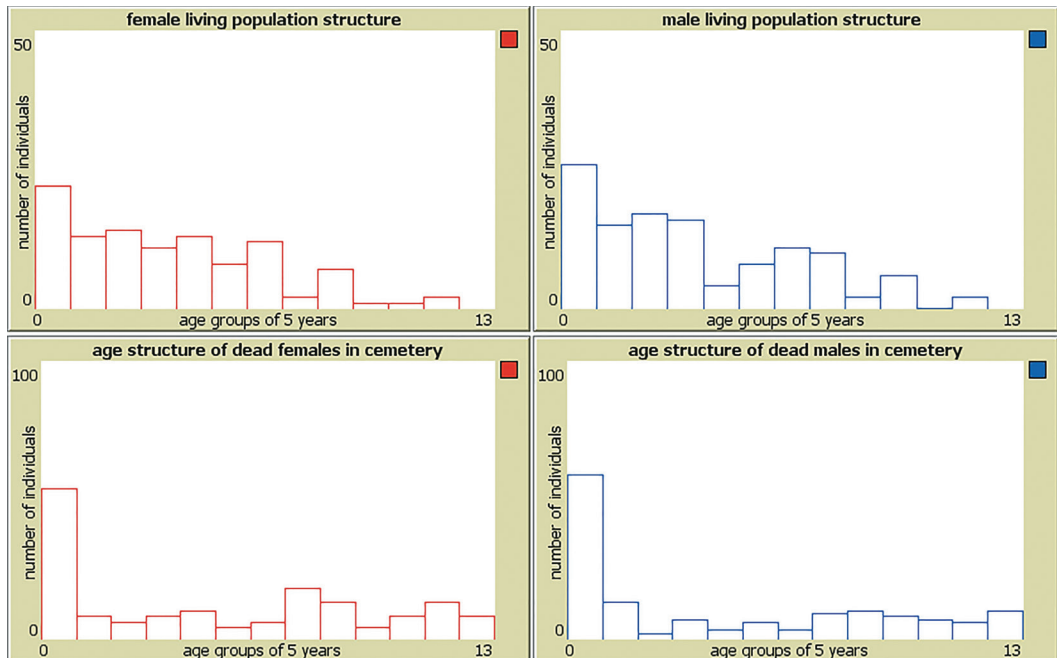


Abb. 2: Ein beliebiger Simulationsdurchlauf mit den Bärenthaler Mortalitätsraten illustriert den Unterschied zwischen der Lebendpopulation (oben) und der Totenpopulation (= dem virtuell erstellten Friedhof, unten). Weibliche Individuenzahlen werden in roten und männliche Individuenzahlen in blauen Säulen dargestellt. Die jeweils dreizehn 5-Jahres-Altersgruppen einer Sterbetafel (0–4 Jahre bis 60 Jahre und älter) sind auf der Abszisse von links nach rechts abgetragen.

Mit dem *Population & Cemetery Simulator* können virtuelle nun Experimente in einer zirkulären Form durchgeführt werden. D. h. indem die Autoren virtuelle Populationen auf der Basis publizierter oder gezielt modifizierter Ergebnisse simulieren, können sie versuchen, die ausgegrabene Skelettserie zu rekonstruieren. Um die publizierten Ergebnisse zu validieren, ist es notwendig, dass die Simulationen den archäologischen Befund reproduzieren. Wenn jedoch die publizierten Angaben zur Sterblichkeit und Reproduktionsrate der Bevölkerung den archäologischen Befund (unter sinnvollen Rahmenbedingungen für vormoderne Bevölkerungen) nicht wiederherstellen können, so werden sie falsifiziert. In diesem Fall muss nach Fehlern und Ursachen gesucht werden, aufgrund derer der logische Kreis nicht geschlossen werden konnte.

Ausgangspunkt für das erste Experiment ist, dass die Individuen von Talheim eine lebende Gruppe zu einem spezifischen Zeitpunkt darstellen. In der Folge lässt sich durch Logik und die Aufdeckung von Widersprüchen zeigen, dass sich die Population nicht für demographische Studien nach dem traditionellen Schema eignet. Die publizierten Mortalitätsraten werden verwendet, um eine Anzahl virtueller Simulationsdurchläufe durchzuführen. Deren Ergebnisse werden dann dem tatsächlich ausgegrabenen Befund und sinnvollen demographischen Gegebenheiten (z.B. verschiedene Fertilitätsraten) gegenübergestellt und es wird geprüft, ob der argumentative Kreis geschlossen werden kann oder nicht.

Im zweiten Teil der Studie werden die Sterberaten der Gräberfelder von Schwetzingen, Bärenthal und die problematischen Sterbetafelergebnisse für Talheim mit passenden Fertilitätswerten ausgeglichen, um eine generell statische (d. h. über einen längeren Zeitraum weder wachsende noch aussterbende) Population zu schaffen. Diese drei virtuellen Populationen werden dann 1000-mal über 250 Jahre simuliert, was 250.000 beobachtbare virtuelle Jahre pro Fundort ergibt. Da die altersmäßige Zusammensetzung der virtuellen Populationen für jedes Jahr festgehalten wird, können auf diese Weise 750.000 Massaker simuliert werden – ausgehend von der Annahme, dass alle ausgelöschten

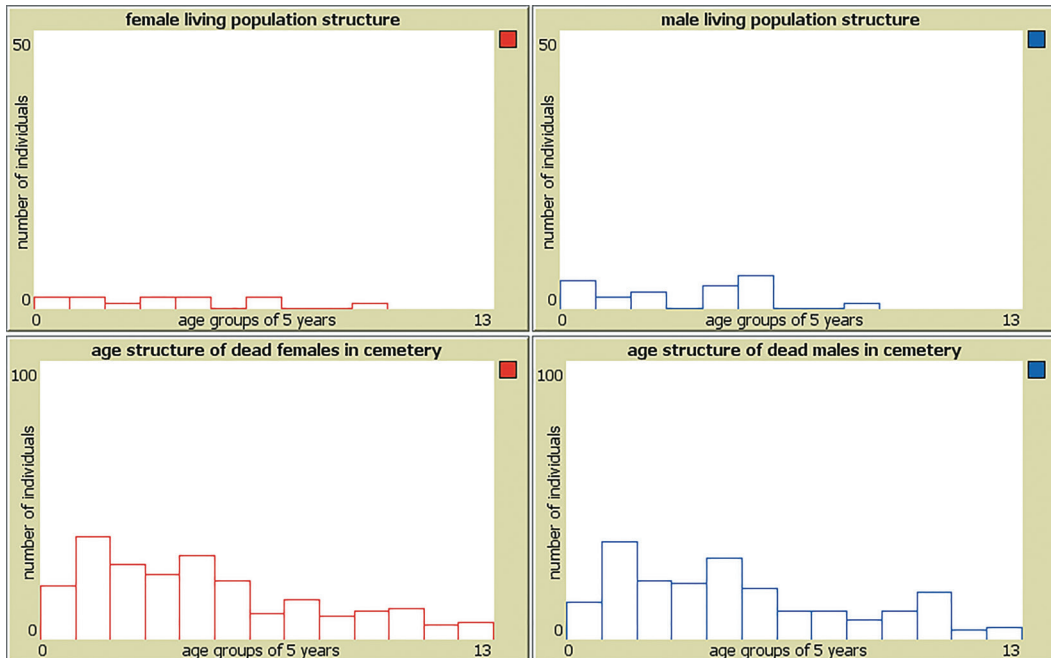


Abb. 3: Ein beliebiger Simulationsdurchlauf der Mortalitätsraten, die auf der Basis der Talheimer Population berechnet wurden (Darstellung wie in Abb. 2).

Individuen auch begraben werden. Die Mittelwerte und Standardabweichungen aller dieser virtuellen Bluttaten werden dann mit dem einen echten Befund verglichen, um zu testen, ob die gefundene Talheimer Population in ihrer Altersstruktur einer wahrscheinlichen (massakrierten) Bevölkerung der drei stabilen Populationen entspricht.

## Modellierungen und Ergebnisse

### *A) Weshalb die Talheimer Population keine Totenpopulation ist*

#### Lebend- oder Totenpopulation?

Das erste Experiment zielt auf den Unterschied zwischen Lebend- und Totenpopulationen ab. Abbildung 2 zeigt die Lebend- und die akkumulierte Totenpopulation einer Simulation der frühmittelalterlichen Bevölkerung von Bärenthal. Die beiden oberen Grafiken geben die Altersstruktur in Jahrfünfteln für lebende Frauen (rot) und lebende Männer (blau) in diesem spezifischen Simulationsjahr wieder. Generell hat diese Lebendpopulation mehr Individuen in den jüngeren Alterskategorien als Individuen höheren Alters. Die 0- bis 4-Jährigen stellen die größte Gruppe dar und nur wenige virtuelle Individuen haben bis ins hohe Alter überlebt. Im Unterschied dazu zeigen die beiden unteren Grafiken die bis zu diesem Zeitpunkt akkumulierten Individuen auf dem zugehörigen Bestattungsplatz. Die Säulendiagramme zeigen eine normale Sterbealtersverteilung einer prähistorischen Totenpopulation mit einem Mortalitätsmaximum in den ersten Lebensjahren. Darauf folgen zwei weitere, deutlich schwächere, Ausschläge im frühen Erwachsenenalter und in (für die damalige Zeit) hohem Alter.

Im Vergleich dazu zeigt Abbildung 3 einen zufälligen Probelauf auf der Basis der für Talheim publizierten Sterbetafeln.<sup>23</sup> Die virtuelle Population hat eine sehr junge Alterszusammensetzung auf dem Friedhof und formt in der lebenden Gruppe (oben) keine pyramidenförmige Struktur, wie dies für stagnierende oder wachsende Bevölkerungen angenommen werden müsste. Die Totenpopulation (unten) vermittelt den Eindruck einer Lebendpopulation (vgl. Abb. 2) und lässt, entgegen der Erwartung, keine Ausschläge in den jüngsten und ältesten Altersgruppen erkennen. Während die meisten Individuen in der Blüte ihres (jungen) Lebens starben, zeigt sich auf diesem virtuellen Bestattungsplatz ein nicht erwartetes, absolutes Maximum bei den 5- bis 9-Jährigen.

Schon diese einfachen, vorläufigen Simulationen lassen erkennen, dass eine Lebensgemeinschaft eine mathematisch andersartige Signatur produziert, als dies ein Friedhof tun würde, der über einen längeren Zeitraum hinweg nach und nach belegt wurde. Auf einer grundsätzlichen Ebene handelt es sich bei den Sterbealtersverteilungen, die von Bärenthal abgeleitet werden können, um etwas anderes als bei den Taheimer Mortalitätsraten. Dass hier ein prinzipieller Unterschied besteht, erklärt sich aus der Tatsache, dass die im Massengrab von Talheim gefundenen Individuen nicht die Möglichkeit hatten, ihrer biologischen Uhr oder den demographischen Gegebenheiten entsprechend zu versterben. Sie wurden getötet, bevor sie – in höheren Altersgruppen – eines natürlichen Todes gestorben wären. Die Talheimer Population ist somit logischerweise nicht geeignet, um gängige Sterbetafelkalkulationen durchzuführen. Die virtuell ermittelten Daten fallen also nicht erwartungsgemäß aus, weil sie auf falschen Annahmen basieren. Besonders ungünstige Lebensbedingungen lassen sich daraus nicht ableiten.

Die Ähnlichkeit der für Talheim simulierten Sterbealtersverteilung (Abb. 3 u. 4) und der beliebigen Lebendpopulation von Bärenthal (Abb. 2) führt zu der interessanten Frage, ob die getöteten Bandkeramiker im demographischen Sinn tatsächlich eine komplette, lebende Gruppe geformt haben und damit – aus dieser angepassten Perspektive heraus – eine repräsentative Lebendpopulation oder sogar eine vollständige Dorfbevölkerung darstellen. Dies ist eine der Kernfragen aller bisherigen Publikationen zu diesem Fund, die weiter unten genauer analysiert wird.

## Vergleichende Analysen

Nachdem der grundsätzliche Unterschied zwischen Lebend- und Totenpopulationen erörtert wurde, beschäftigt sich der nachstehende Abschnitt mit den daraus abzuleitenden Folgen hinsichtlich eines Vergleichs des mittleren Sterbealters sowie altersabhängiger Sterbealters- und Mortalitätsraten auf der Basis von Sterbetafelkalkulationen verschiedener Fundorte, der Abschätzung der Überlebensfähigkeit solcher Bevölkerungen über einen längeren Zeitraum hinweg sowie der Berechnung der Reproduktionsrate (bzw. Fertilität), die notwendig ist, um eine zumindest kurzfristig stabile, demographische Situation herzustellen.

Es werden stabile Populationen jeweils für Talheim, Bärenthal und Schwetzingen im Vergleich simuliert und die mittleren Sterbealter, d.h. das mittlere Alter aller Bestatteten, sowie die mittleren Lebensalter der hinter den Friedhöfen stehenden Lebendbevölkerungen für jedes Jahr ihrer virtuellen Existenz ausgegeben. Dabei zeigt sich erneut, dass die mittleren Sterbealter der beiden Friedhofpopulationen Bärenthal und Schwetzingen direkt aus dem archäologischen Befund abgeleitet werden können, während die im Massengrab von Talheim vereinte Totengemeinschaft dies nicht erlaubt. Da die Talheimer gewaltsam ums Leben kamen und nicht die Möglichkeit hatten, ihr biologisches Sterbealter zu erreichen, entspricht ihr mittleres Sterbealter exakt ihrem mittleren Lebensalter zum Zeitpunkt ihres Todes. Eine direkte Gegenüberstellung mit entsprechenden Daten aus regelrechten

23 WAHL/KÖNIG 1987 (Anm. 3) Tab. 2 u. 3. – Generelle Informationen zu Sterbetafeln als traditionellem Werkzeug der Paläodemographie können u. a. folgenden Veröffentlichungen entnommen werden: G. GRUPE/K. CHRISTIANSEN/I. SCHRÖDER/U. WITTMER-BACKOFEN, *Anthropologie. Ein einführendes Lehrbuch* (Berlin, Heidelberg 2005). – A. T. CHAMBERLAIN, *Demography in Archaeology* (Cambridge 2006).



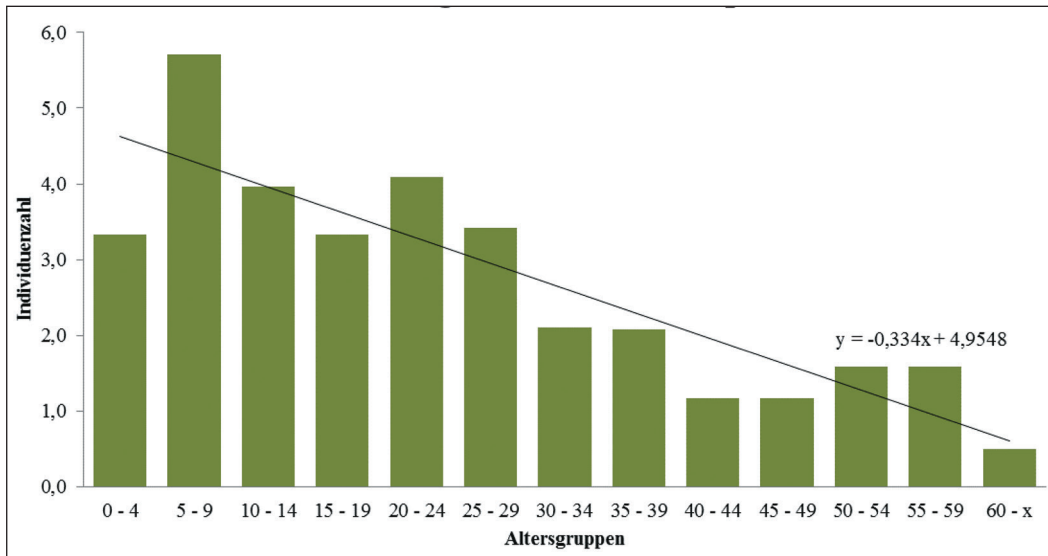


Abb. 4: Die Sterbealtersverteilung der im Talheimer Massengrab geborgenen Individuen (nach der Spalte  $D_x$  aus WAHL/KÖNIG 1987, Tab. 2). Sie entspricht keiner ‚normalen‘ Friedhofspopulation und ähnelt stark der für Bärenthal simulierten Lebendpopulation an einem beliebigen Zeitpunkt (vgl. Abb. 2).

Bestattungspätzen ist also nicht möglich.<sup>24</sup> Die Ergebnisse dieser Modellierung sind zwar nicht überraschend, erlauben aber gleichermaßen, das Problem zu lösen und durch virtuelle Approximation den jeweils fehlenden Fall abzuschätzen.

Bei stabilen Populationen liegt das auf dem Bestattungspätzen dokumentierte mittlere Sterbealter stets über dem mittleren Lebensalter der zu diesem Friedhof gehörigen Lebendpopulation (auch als Referenzpopulation bezeichnet). Abbildung 5 zeigt, dass das mittlere Lebensalter der Bärenthaler Bevölkerung etwas stärker schwankt als die zugehörigen mittleren Sterbealter und dass zwischen beiden Raten ein mehr oder weniger konstanter Abstand von etwa drei bis vier Jahren besteht. Die anfänglichen Simulationsjahre unterliegen einer etwas stärkeren Schwankung, da die virtuelle Population erst einen stabilen Zustand erreichen muss. Zu Beginn der Simulation befinden sich noch wenige Individuen auf dem virtuellen Gräberfeld und einzelne von ihnen haben noch einen starken Einfluss auf das Signal. Mit zunehmender Belegungsdauer sind dann genügend Individuen verstorben, um einen verlässlichen Durchschnittswert zu produzieren.

Das gleiche Experiment für Schwetzingen (siehe Abb. 6) resultiert in deutlich niedrigeren Werten mit einem etwas höheren Unterschied zwischen dem mittleren Lebens- und dem mittleren Sterbealter. Daraus folgt, dass beim Vergleich mit dem mittleren Sterbealter der Talheimer Lebendpopulation (23,3 Jahre) zunächst die zu den Bestattungspätzen gehörenden Lebendpopulationen simuliert werden müssen. Die konkrete Umsetzung dieser Modellierungen führt zu dem Ergebnis, dass die Population von Bärenthal mit 21 bis 25 Jahren ein sehr viel besser zu Talheim passendes, mittleres Lebensalter aufweist als die virtuelle Lebendpopulation von Schwetzingen mit einem Wert zwischen 19 und 20 Jahren. Diese Einschätzung trifft allerdings nur dann zu, wenn die jeweiligen Populationen stabil sind. Die auffallend niedrigen Werte für die Population von Schwetzingen sprechen

24 In diesem Zusammenhang sei auf folgende, sprachliche Ungenauigkeit hingewiesen: Auch wer ermordet oder bei einem Unfall getötet wird oder einer Krankheit zum Opfer fällt, „stirbt eines gewaltsamen/unnatürlichen Todes“. Insofern kann bei mehreren Betroffenen in solchen Fällen ebenfalls von einem durchschnittlichen Sterbealter die Rede sein. In der hier geführten, grundlegenden Diskussion sind die Talheimer aber (noch) nicht gestorben – sie repräsentieren eine Lebendpopulation.

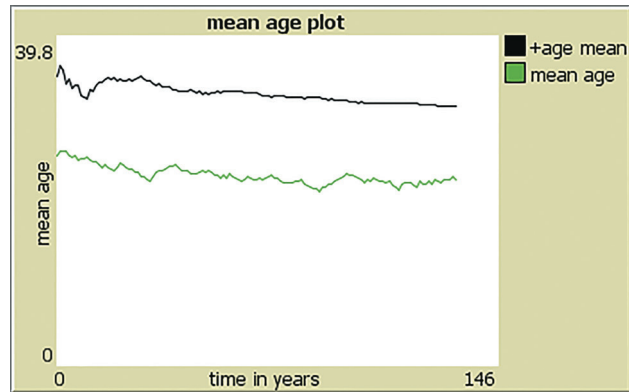


Abb. 5: 140 Jahre einer stabilen Population von Bärenthal. Die schwarze Linie zeigt das mittlere Sterbealter an – es beginnt bei etwa 31 Jahren und fällt bis zum Ende der Laufzeit auf 27 Jahre ab. Die grüne Kurve gibt das mittlere Lebensalter der simulierten Population wieder – es schwankt zwischen 21 und 25 Jahren.



Abb. 6: Etwa 170 Jahre einer stabilen virtuellen Population, die auf der Mortalitätskurve von Schwetzingen basiert. Die Anfangsphase weist länger anhaltende und stärkere Schwankungen auf als im selben Experiment mit den Daten aus Bärenthal (s. Abb. 5). Die mittleren Lebensalter (grün) schwanken zwischen 19 und 20 Jahren, die mittleren Sterbealter (schwarz) pendeln sich auf einen stabilen Wert von 28,6 Jahren ein.

jedoch klar gegen die Ähnlichkeit der beiden neolithischen Ensembles und stellen die Verlässlichkeit (= Repräsentativität) der Schwetzingen Skelettserie in Frage.

Der Unterschied zwischen einer Massengrabpopulation und einem sukzessive belegten Bestattungsort kann gleichermaßen an den Sterbewahrscheinlichkeiten pro Altersklasse wie auch den Sterbealtersverteilungen dargestellt werden. Aus Abbildung 7 gehen die Mortalitätsdaten aller drei Skelettpopulationen basierend auf einfachen Sterbetafelkalkulationen hervor. Die dunkelgrauen Säulen von Bärenthal zeichnen eine Kurve nach, wie sie in einem paläodemographischen Kontext erwartet würde:<sup>25</sup> Eine hohe Sterblichkeit in den ersten Lebensjahren wird von sehr niedrigen Sterberaten im fortgeschrittenen Kindesalter und der Jugend abgelöst. Der leichte Ausschlag im jungen Erwachsenenalter ist für zahlreiche prähistorische Populationen überliefert und dürfte mit dem erhöhten Sterberisiko junger Frauen im Geburtenzeitraum sowie der Tendenz von jüngeren Männern einhergehen, ein höheres Risiko einzugehen oder gefährlichere Aufgaben zu übernehmen.<sup>26</sup> Das in den älteren Jahrgängen steigende Sterberisiko folgt der Logik einer verkürzten Lebenserwartung in vormodernen Zeiten.

25 CHAMBERLAIN 2006 (Anm. 23) 15–18.

26 Ebd. 62–68.

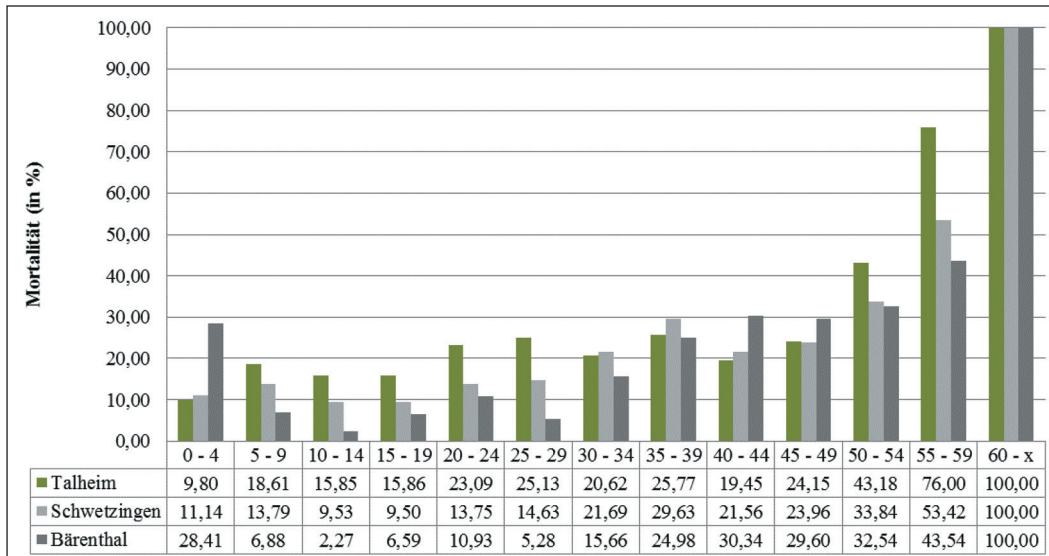


Abb. 7: Die Sterbewahrscheinlichkeit (= Mortalität) pro Altersgruppe aller drei Vergleichspopulationen.

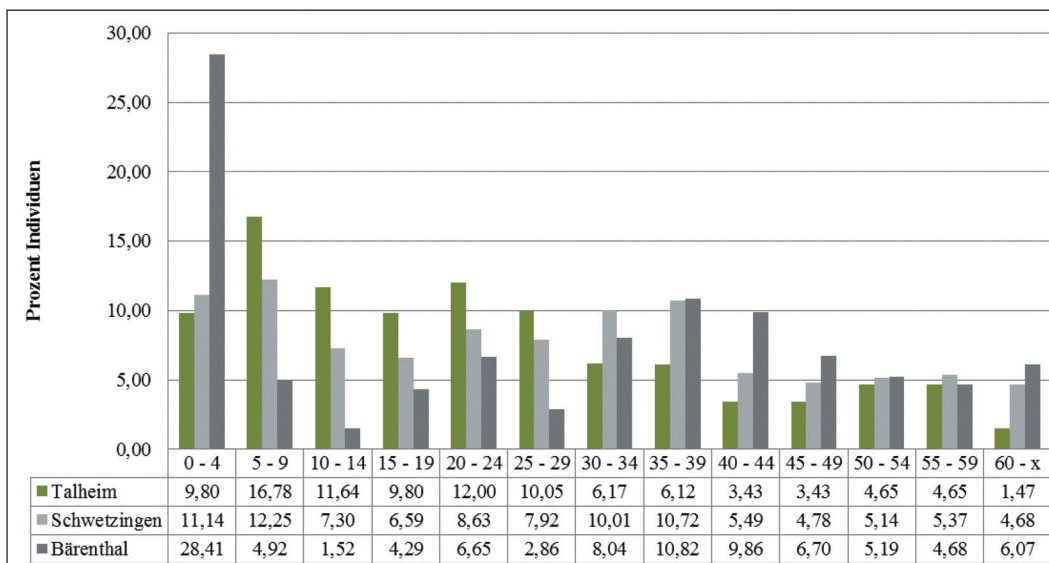


Abb. 8: Die prozentuale Verteilung der ausgegrabenen Individuen auf die verschiedenen Altersgruppen der drei Vergleichspopulationen.

Die niedrige Mortalität der Subadulten in der Population von Schwetzingen (hellgrau) ist für einen prähistorischen Kontext überraschend. Sie dürfte am ehesten auf einen Filtereffekt zurückgehen, der zu einer Unterrepräsentation von Kindern im archäologischen Befund geführt hat. Die Ursachen des/eines sog. Kinderdefizits sind sehr unterschiedlich, sollen an dieser Stelle allerdings nicht weiter diskutiert werden.<sup>27</sup> Im Rahmen dieses Beitrags genügt es davon auszugehen, dass das Schwetzingener Gräberfeld möglicherweise nicht die komplette, verstorbene Population widerspiegelt.

<sup>27</sup> KÖLBL 2004 (Anm. 21) 19–46. – S. CRAWFORD, *Companions, co-incidences or chattels? Children in the early Anglo-Saxon multiple burial ritual*. In: S. CRAWFORD/G. SHEPHERD (Hrsg.), *Children, Childhood and Society* (Oxford 2007) 83–92.

Des Weiteren lässt sich ein bemerkenswerter Ausschlag bei der Mortalität der 35- bis 39-Jährigen erkennen. Dieses Maximum könnte tatsächlich auf eine etwas niedrigere Lebenserwartung der Erwachsenen im Vergleich zur mittelalterlichen Population von Bärenthal hinweisen. Hinsichtlich eines erhöhten Sterberisikos innerhalb der Kindheit und der frühen Jugend trifft sich Schwetzingen fast auf halbem Wege mit der Totenpopulation von Bärenthal und der Lebendpopulation von Talheim. Damit bestätigen sich die Zweifel, dass die Schwetzingener Skelettserie tatsächlich eine demographisch ‚saubere‘ Totenpopulation darstellt, also eher eine – bislang noch nicht näher analysierte – Selektion annehmen lässt, die ihre demographische Analyse beeinträchtigt.

Die Sterblichkeitsraten für die Talheim-Population wurden auf der Basis der Altersverteilung (Abb. 8) mit Hilfe der Sterbetafelroutine berechnet. Die Population hätte demnach die meisten Toten in den auch in prähistorischer Zeit ‚fittesten‘ Altersgruppen zu beklagen. Besonders auffällig sind die wenigen Todesfälle im hohen Alter. Dies zeigt zum wiederholten Mal, dass das Talheimer Skelettensemble nicht dafür geeignet ist, in einer konventionellen Sterbetafel verrechnet zu werden. Lebendpopulationen führen zu einer Überrepräsentanz des Sterberisikos in den jüngeren Altersgruppen (Abb. 7). Aus Abbildung 8 geht hervor, dass Schwetzingen auch hier zwischen der Totenpopulation von Bärenthal und der Lebendpopulation von Talheim liegt. Kann dieser Unterschied zumindest teilweise mit dem chronologischen Abstand zwischen Bärenthal und Schwetzingen erklärt werden oder handelt es sich um ein komplettes *non sequitur*-Argument auf Basis der Invalidität des ausgegrabenen Ausschnitts v.a. des fraglichen Schwetzingener Kontingents?

### Weitergehende Analysen

Die problematischen Sterbetafeldata (Abb. 7), die Lebend- und Totenpopulationen bislang nicht ausreichend voneinander trennen, wurden mit zusätzlichen Simulationen noch detaillierter in Augenschein genommen. Um eine Population zu modellieren, benötigt man jedoch nicht nur ein Sterbewahrscheinlichkeitsprofil, das z. B. aus Serien mit alters- und geschlechtsbestimmten Skeletten abgeleitet werden kann und mit dessen Hilfe sich bestimmen lässt, wie viele Individuen pro Jahr aus der lebenden Gruppe abgezogen und den Verstorbenen zugeführt werden müssen. Zudem sind eine Reproduktionsroutine sowie eine definierte Startergeneration im Jahr 0 der Simulation erforderlich. Hinsichtlich des Umfangs der Ausgangsgruppe kann hier die Population von Talheim zum Zeitpunkt des Massakers verwendet werden. Wie bereits erwähnt, stellen die 34 Individuen bezüglich der Lebendpopulationsschätzungen gleichermaßen auch eine anzunehmende Minimalpopulation dar.

Die Reproduktionsroutine der virtuellen Population ist wiederum abhängig vom Fruchtbarkeitszeitraum der Frauen. Um das für prähistorische Populationen angenommene, biologische Maximum auszuschöpfen,<sup>28</sup> wurde dieser im Rahmen der folgenden Simulationen auf die Altersspanne zwischen dem 14. und 40. Lebensjahr eingegrenzt. Der nächste Parameter ist das sog. *child-spacing*, der zeitliche Abstand zwischen den Geburten, abhängig z. B. von der Stillhäufigkeit und -dauer oder dem Ernährungsstatus der Mutter. Die Länge der unfruchtbaren Phase kann für vorgeschichtliche Verhältnisse auf der Basis des Stresslevels von Kleinkindern mit Hilfe von Schmelzhypoplasien und Harris-Linien abgeschätzt und die Stilldauer über Isotopenanalysen erfasst werden.<sup>29</sup> Dabei wird generell davon ausgegangen, dass Stillen eine kontrazeptive Wirkung hat und somit die Reproduk-

28 CHAMBERLAIN 2006 (Anm. 23) 62-68. – M. KONNER, Hunter-Gatherer Infancy and Childhood The !Kung and Others. In: B. S. HEWLETT/M. E. LAMB (Hrsg.), Hunter-gatherer childhoods: Evolutionary, developmental and cultural perspectives. Transaction Publishers (New Brunswick 2005) 19-64.

29 Vgl. KÖLBL 2004 (Anm. 21) 85-120 bzw. E. K. NITSCH/L. T. HUMPHREY/R. E. M. HEDGES, The effect of parity status on  $\delta^{15}\text{N}$ : looking for the “pregnancy effect” in 18th and 19th century London. *Journal Arch. Sci.* 37, 2010, 3191-3199. – G. GRUPE/C. VON CARNAP-BORNHEIM/C. BECKER, Rise and Fall of a Medieval Trade Centre: Economic Change from Viking Haithabu to Medieval Schleswig Revealed by Stable Isotope Analysis. *Europ. Journal Arch.* 16, 2013, 137-166.

tionsgeschwindigkeit einer Population beeinflussen kann.<sup>30</sup> Für die hier durchgeführten Simulationen wurde, den Talheimer Untersuchungsbefunden entsprechend,<sup>31</sup> ein Geburtenabstand von zwei Jahren angenommen. Diese Spanne erwies sich auch als Maximalansatz hinsichtlich der Reproduktionsfähigkeit, da sie der virtuellen Bevölkerung erlaubt, öfter die Chance zur Reproduktion zu bekommen. Ethnographische Studien haben hingegen gezeigt, dass in manchen (außereuropäischen) Populationen bis ins sechste Lebensjahr des Kindes hinein gestillt wurde.<sup>32</sup>

Bei den Modellierungen hängt die Wahrscheinlichkeit der Geburt auch davon ab, ob mindestens ein reproduktionsfähiger Mann zur gleichen Zeit in der Population zur Verfügung steht. Die Chance, männliche oder weibliche Kinder zu zeugen, wurde auf jeweils 50% festgelegt. Um für die drei Populationen eine Balance zwischen Mortalität und Fertilität zu finden, wurden daraufhin zunächst mehrere Simulationen zur Kalibration durchgeführt. Dies ist dann erreicht, wenn für einen längeren Zeitraum (hier fiktiv 250 Jahre) ein stabiler Zustand hergestellt werden kann, bei welchem die meisten Simulationen eine stabile Bevölkerung ergeben und zufällige, stark anwachsende schnell schrumpfende Populationen zahlenmäßig ausgleichen. Die Simulationsergebnisse beziehen sich erneut auf den mehrfach erwähnten Unterschied zwischen Lebend- und Totenpopulation.

Abbildung 3 zeigt den Aufbau einer virtuellen Lebendpopulation von Talheim in einem zufälligen Simulationsjahr sowie den bis zu diesem Jahr akkumulierten Friedhof und die Überrepräsentanz der jüngsten Altersgruppen. Aus Abbildung 9 geht nun hervor, dass sich die mittleren Sterbealter der simulierten Talheim-Population bei etwa 26 Jahren (schwarze Kurve), d. h. mit einem Wert einpendeln, der über dem aus der vorliegenden Skelettserie abgeleiteten durchschnittlichen Sterbealter von 23,3 Jahren liegt. Die Differenz zwischen beiden dürfte mit den infolge des Massenmords nicht ausgelebten Lebensspannen zu erklären sein. Die simulierten mittleren Lebensalter (grün) schwanken zwischen 10 und 22 Jahren. Das Mittel liegt mit 16,5 Jahren deutlich unter dem direkt berechneten Wert. Basierend auf den Mortalitätswerten der Talheimer Skelettserie kann die simulierte Sterbetafelpopulation also nicht den Ausgangspunkt der Serie reproduzieren. Zudem scheint eine Lebendpopulation mit einem mittleren Lebensalter von 16,5 Jahren extrem jung zu sein.

Die Population kann virtuell überleben, da sie durch den massiven Ausgleich der hohen Mortalität infolge einer sehr hohen Geburtenrate am Leben gehalten wird. Die Altersstruktur ergäbe in der Realität jedoch eine Gruppe von Subadulten, die auf längere Sicht kaum Überlebenschancen hätte. Mittlere Lebensalter moderner Populationen stehen in den Statistiken der Vereinten Nationen nicht zur Verfügung, da es kaum möglich ist, das exakte Alter eines jeden Individuums zu bestimmen. Man hat jedoch Zugriff auf das sog. Medianalter<sup>33</sup> der Bevölkerungen vieler Länder. Nach den UN-Daten sind 50% der Bevölkerung Afrikas jünger als 19,2 Jahre, was mit dem Irak vergleichbar ist, der ein Medianalter von 19,1 aufweist. Für die Population des Niger lag das Medianalter im Jahr 2010 bei 15,1.<sup>34</sup> Das mittlere Lebensalter könnte in diesen Ländern sogar noch etwas unterhalb der bei der Simulation der Talheimer Population gefundenen Werte liegen. Man muss allerdings bedenken, dass diese modernen Gesellschaften rasant anwachsen und dabei nicht nur ihre hohen Sterblichkeitsraten ausgleichen. Die für Talheim publizierten Mortalitätsraten sind demnach im empirischen Vergleich zu hoch.

In der Folge stellt sich die Frage, welche virtuellen Fertilitätsraten eingestellt werden müssen, um bezogen auf 250 Jahre überlebensfähige Populationen zu erhalten, d. h. die durch die Sterbetafeln

---

30 Siehe dazu S. L. TIETZE/R. LINCOLN, *The Effect of Breastfeeding on the Rate of Conception*. In: S. L. TIETZE/R. LINCOLN (Hrsg.), *Fertility Regulation and the Public Health* (New York 1987) 333–338. – Da dieser Effekt von verschiedenen Faktoren abhängig ist, sind weitere Untersuchungen notwendig, die den Zusammenhang speziell im archäologischen Kontext belegen.

31 WAHL/STRIEN 2009 (Anm. 9) 34. – WAHL/TRAUTMANN 2012 (Anm. 3) 82.

32 KONNER 2005 (Anm. 28) 19–64. – KÖLBL 2004 (Anm. 21) 104–106.

33 Das sogenannte Medianalter ist das Alter, bei welchem die Population zu gleichen Teilen in eine jüngere und eine ältere Gruppe geteilt werden kann.

34 United Nations Population Division. 2012. *World Population Prospects: The 2012 Revision* (15/11/2013). <http://data.un.org/Data.aspx?d=PopDiv&f=variableID%3A41>.

berechneten Sterbewahrscheinlichkeiten auszugleichen. Die Simulationsparameter *child-spacing* und Dauer der reproduktiven Phase wurden dabei für alle Populationen gleich eingestellt (s. o.). Unter diesen Bedingungen konnten (im Mittel) stabile Populationen bezogen auf die reine Reproduktionswahrscheinlichkeit zu jedem möglichen Jahr innerhalb der fruchtbaren Phase gesucht werden: ‚Talheim‘ benötigte im Durchschnitt 5,2 Kinder pro Frau im reproduktiven Alter, was in der Simulationsroutine mit einer Reproduktionswahrscheinlichkeit von 40% erreicht wird; die entsprechenden Werte für die Populationen von Schwetzingen und Bärenthal liegen bei 3,9 und 30% bzw. 3,4 und 26%.<sup>35</sup>

Die extrem hohen Sterblichkeitsraten der Talheimer Sterbetafelpopulation gingen mit einer Fertilitätsrate einher, wie sie heutzutage nur in Ländern mit extremen demographischen Verhältnissen angetroffen wird: Afghanistan 5,14; Angola 5,98 Kinder. Die problematische Talheimer Fertilitätsrate liegt unter dem Tschad (6,38), Mali (6,85) und Niger (7,57). Die für Schwetzingen ermittelte Rate ist vergleichbar mit Ghana (3,92) und Guatemala (3,84), diejenige der Bärenthaler entspricht etwa dem modernen Haiti (3,21), Jordanien (3,31) und Pakistan (3,26).<sup>36</sup> Im Gegensatz zu den archäologischen Populationen, die innerhalb des Experiments stabil gehalten werden, wachsen die modernen Vergleichspopulationen z. T. sehr rasch. Die hohen Geburtenraten reichen dort gerade aus, das Aussterben der Populationen zu verhindern. Jedes Jahr wird eine vergleichsweise unnatürlich hohe Anzahl von Kleinkindern ‚produziert‘, um diejenigen zu ersetzen, die viel zu früh sterben. Dies ist nur im virtuellen Raum über eine längere Zeitspanne möglich und erklärt die weiter oben besprochenen, sehr geringen Werte für das mittlere Lebensalter der Sterbetafelpopulationen (Abb. 9).

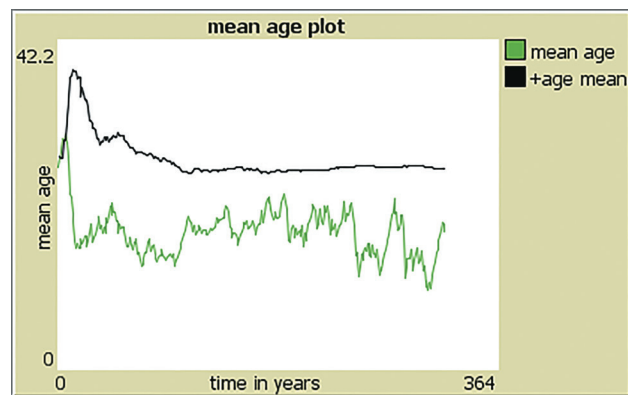


Abb. 9: Mittlere Lebensalter (grün) und mittlere Sterbealter (schwarz) der simulierten Bevölkerung, die auf den Sterbetafelberechnungen der Skelettsreihe von Talheim basieren.

## Ergebnis A

Aufgrund der vorliegenden Simulationen und Vergleichsdaten kann angenommen werden, dass es sich bei Talheim möglicherweise um eine neolithische Lebendpopulation oder zumindest eine relativ genaue Approximation einer solchen handeln könnte, die sich jedoch nicht als Ausgangspunkt zur Berechnung einer Sterbetafel eignet. Verallgemeinernd gilt: Massengräber sind Momentaufnahmen, die – je nach Fundumständen, Todesursachen u. a. – die zu einer bestimmten Zeit und an einem bestimmten Ort lebende Bevölkerung, versammelten Kampfverbände, krankheitsbedingt

35 Die Simulationen für Bärenthal beziehen sich auf die ersten 66 analysierten Skelette nach DÜRING 2011 (Anm. 13). Der Unterschied zur später vollständig ausgewerteten Population (inklusive der 31 Individuen aus der Grabungskampagne von 2011) ist gering.

36 Vgl. World Health Organisation 2013. Demographic and socioeconomic statistics: Fertility rate by country (15/11/2013). <http://apps.who.int/gho/data/node.main.110?lang=en>. – Die Werte beziehen sich auf das Jahr 2012.

Verstorbenen, Opfer von Exekutionen, Opferungen o. ä. abbilden. Sterbetafeln dienen im Gegensatz dazu, über einen gewissen Bestattungszeitraum hinweg verstorbene Kohorten zu analysieren. Gräberfelder und Friedhöfe stellen Totenpopulationen dar und liefern bestenfalls tendenzielle Hinweise auf die demographische Struktur der Referenzpopulation.

### *B) Weshalb im Massengrab eine komplette Lebendpopulation liegen könnte*

Nachfolgend soll nun untersucht werden, welchen demographischen Informationsgehalt die Massengrabpopulation aus Talheim tatsächlich besitzt. Im Rahmen eines virtuellen Experiments wird getestet, wie ähnlich sich die Altersverteilungen der ausgegrabenen Skelettpopulation und der anhand der drei Sterbetafelpopulationen von Bärenthal, Schwetzingen und ‚Talheim‘ eruierten Lebendpopulationen sind. Zudem wird geprüft, welche Informationen Lebendpopulationen im Vergleich bereithalten. Hierzu wurden die drei Populationen, basierend auf den errechneten Sterbewahrscheinlichkeiten pro Altersklasse, so simuliert, dass – in Anlehnung an die in dem Massengrab tatsächlich vorgefundene Personenzahl – über einen angenommenen Zeitraum von 250 Jahren eine möglichst stabile Populationsgröße von 34 Individuen eingehalten wurde. Es gelten dieselben Fertilitätsraten wie oben. Jede Population wurde 1000-mal über je 250 Jahre hinweg simuliert und die altersbezogenen Populationsgrößen wurden für jedes einzelne Jahr erfasst, als würde ein virtueller Ethnograph insgesamt 250.000 Massaker per Population beobachten. Alleine aufgrund des Zufalls bleiben bei kleinen Bevölkerungsgrößen auch bei passenden Einstellungen manche Populationen nicht über den kompletten Zeitraum stabil. Einige Lebendpopulationen wuchsen auf weit über 34 Individuen hinaus, andere starben aus. Die Simulationsergebnisse dieses Experiments sind in den Abbildungen 10 und 11 dargestellt (Vergleichspopulationen in Graustufen, Talheimer Skelettserie rot).

Die großen Standardabweichungen (Abb. 10) sowie die Streuung der Maxima (Abb. 11) zeigen einerseits, dass Bevölkerungen mit nur 34 Individuen stark vom Zufall regiert werden. Andererseits sterben die meisten Populationen – trotz ihrer geringen Größe und des langen Beobachtungszeitraums – nicht aus. Generell lässt sich bei allen Vergleichspopulationen die einer stabilen Bevölkerungsentwicklung üblicherweise zugrunde liegende Keilform (der bekannten Pyramidenform entsprechend) erkennen. Das Talheimer Sklettkollektiv wird von den drei virtuell erzeugten Lebendpopulationen überraschend gut reproduziert. Die Mittelwerte fast aller Altersgruppen korrespondieren, mit Ausnahme der jüngsten Individuen (d.h. der Altersgruppe der 0- bis 4-Jährigen), mit den tatsächlich vorliegenden Zahlen. Dass diese unterrepräsentiert sind, kann unterschiedliche Ursachen haben:<sup>37</sup> Die fehlenden Kleinkinder könnten von den Angreifern adoptiert oder kurz vor dem Überfall verstorben und regulär bestattet worden sein. Zudem ist der relativ hohe Anteil der über 50-jährigen Talheimer bemerkenswert. Er liegt mehr als eine Standardabweichung über dem Mittel der beiden neolithischen Populationen. Lediglich die Bärenthaler schließen den Talheimer Wert für die ältesten Individuen der Gruppe gerade noch innerhalb einer Standardabweichung ein. Es gilt jedoch zu bedenken, dass die in Talheim ausgegrabene Skelettpopulation nur eine einzige Momentaufnahme darstellt, während die virtuellen Signale über jeweils 250.000 Jahre gemittelt sind. D.h. die vorliegenden Unterschiede können auch ein Zufallsprodukt sein, da sie fast durchgehend innerhalb der großen Fehlerbalken liegen. Die statistische Prüfung der Altersmittel der Simulationsergebnisse mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests zeigt, dass die Nullhypothese (= Ähnlichkeit aller Paarvergleiche zwischen Talheim und den simulierten Populationen) angenommen werden kann.<sup>38</sup> Der Unterschied zwischen den Lebendpopulationen ist demnach – auch hinsichtlich der etwas stärkeren Abweichung zum zeitgleichen Schwetzingen – nicht signifikant.

37 Vgl. WAHL/KÖNIG 1987 (Anm. 3) 78.

38 Bärenthal u. Talheim/Talheim u. ‚Talheim‘:  $p = 0,8025$ ; Schwetzingen u. Talheim:  $p = 0,7604$ .

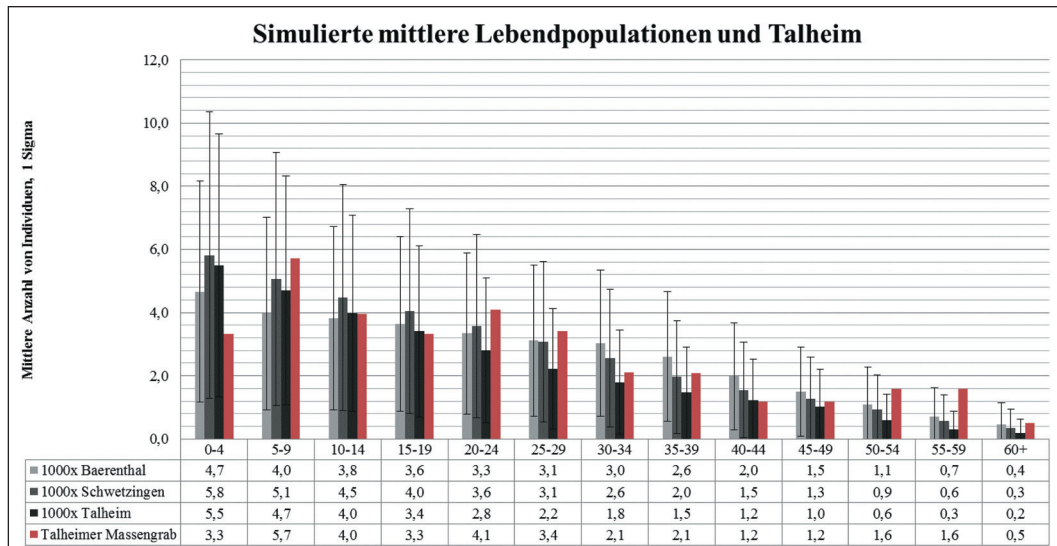


Abb. 10: Tausende im Mittel stabiler Lebendpopulationen, basierend auf Bärenthal (hellgrau), Schwetzingen (grau) sowie der problematischen Sterbetafel von Talheim (schwarz) im Vergleich mit der tatsächlich vorgefundenen Altersverteilung von Talheim (rot). Jede simulierte Population wurde über einen Zeitraum von 250 Jahren jährlich ausgezählt und 1000-mal zum Ausgangszustand zurückgesetzt. Ziel war es, eine durchschnittliche Populationsgröße von 34 Individuen zu halten. Die Fehlerbalken zeigen den Einfluss der simulierten Populationen, die den stabilen Zustand per Zufall verlassen haben, d.h. explosionsartig wuchsen oder rasch ausstarben.

Abb. 11 (rechte Seite): Dasselbe Experiment (wie Abb. 10) mit den Medianwerten der simulierten Populationsgrößen je Altersklasse sowie die Maxima aller 250.000 Simulationsjahre pro Population (Minima immer = 0). →

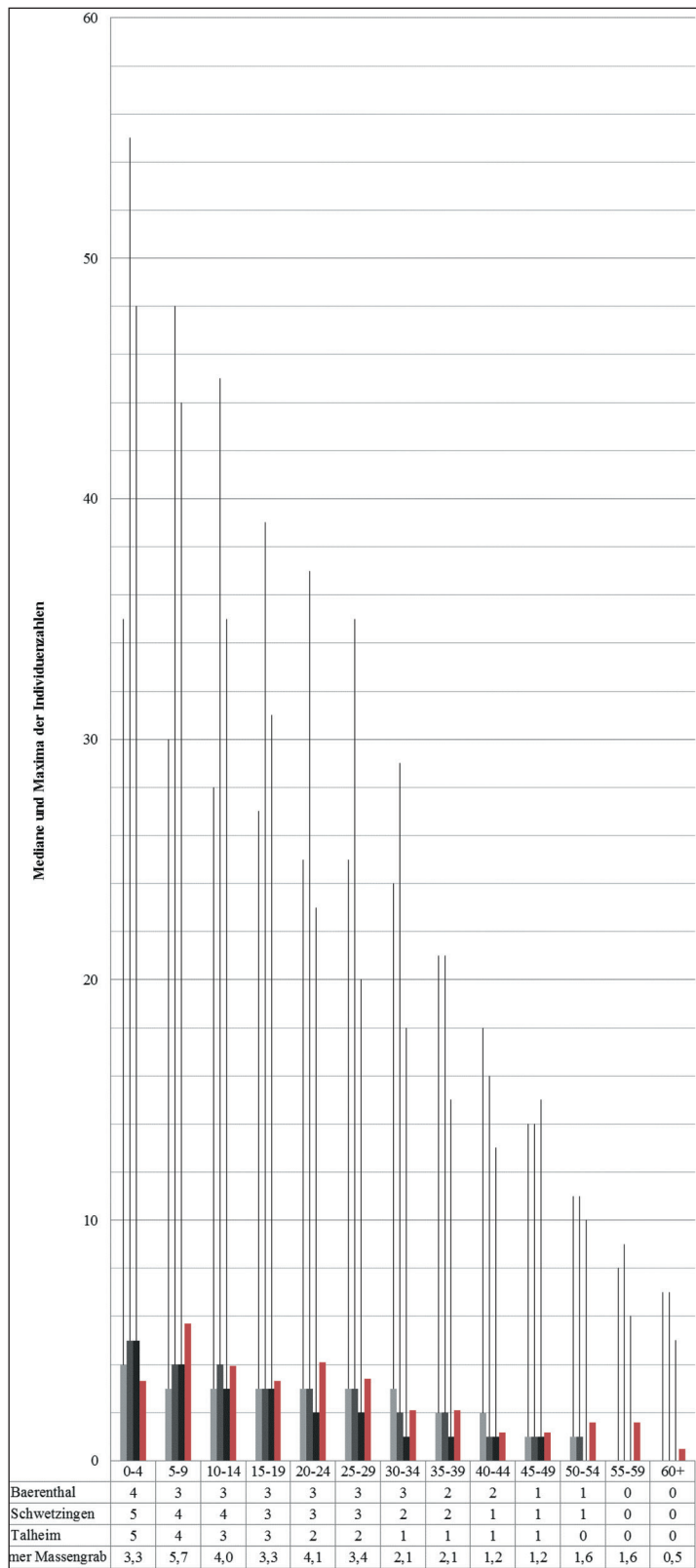
Die in Abbildung 11 ausgegebenen Medianwerte der Populationsgrößen pro Altersklasse derselben Simulation zeigen mehr oder weniger dasselbe Ergebnis auf. Lediglich die schwach unterbesetzte jüngste Altersklasse und die überrepräsentierten älteren Individuen fallen deutlicher ins Auge. Dass Letztere in der Talheimer Skelettpopulation stärker vertreten sind, könnte auch im Zusammenhang mit der Diagnose des Sterbealters zu sehen sein, da in höheren Altersklassen aus methodischen Gründen prinzipiell größere Fehlerspannen angegeben werden müssen. Ein solcher Schätzfehler spielt bei simulierten Populationen keine Rolle, da dort das exakte Alter jedes virtuellen Individuums ausgegeben werden kann.

Die berechneten Maxima (vgl. Abb. 11) und Standardabweichungen (vgl. Abb. 10) dokumentieren noch einen weiteren Aspekt. Die Friedhofspopulation von Schwetzingen erzeugt mit Abstand die höchsten Populationsgrößen in den jüngeren Altersklassen, Bärenthal die niedrigsten. Die relative Instabilität der Population von Schwetzingen könnte dadurch erklärt werden, dass sie demographisch nicht repräsentativ ist, d.h. die zugrundeliegende Skelettserie dürfte infolge unbekannter Siebungseffekte nicht die gesamte Sterbepopulation widerspiegeln. Als Begründung dafür kämen am ehesten in Frage: Es wurden nicht alle Verstorbenen auf dem Gräberfeld bestattet, die Nekropole wurde nicht vollständig ausgegraben oder die fehlenden Gräber sind der Erosion zum Opfer gefallen.

## Ergebnisse B

(1) Die auf der Basis der Mortalitätsraten der Friedhofspopulationen von Bärenthal, Schwetzingen sowie der ‚falschen‘ Kalkulationen für Talheim simulierten (virtuellen) Lebendpopulationen bilden die Altersverteilung der 34 in dem Massengrab gefundenen Individuen überraschend gut ab. Die Skelettpopulation von Talheim stellt demnach mit hoher Wahrscheinlichkeit eine repräsentative





Lebendpopulation dar. Die vorliegenden Daten sprechen eher gegen die Annahme, dass es sich um einen zufälligen Ausschnitt einer größeren Lebensgemeinschaft oder einer unvollständigen Population handelt.

(2) Die markanten Unterschiede der Sterblichkeitsverteilungen aller drei Totenpopulationen zeichnen sich in der Altersverteilung der Lebendpopulation nicht ab. Von der Lebendpopulation auf die demographischen Strukturen zu schließen, erscheint daher wenig aussichtsreich.

(3) Die durchgeführten Simulationen unterstützen die Annahme, dass etwa drei oder vier Individuen in der Altersgruppe der 0- bis 4-Jährigen fehlen.<sup>39</sup>

(4) Die im Mittel stabilen Vergleichspopulationen von Bärenthal, Schwetzingen und ‚Talheim‘ deuten darauf hin, dass sich auch die Talheimer Bevölkerung in einem stabilen Zustand befand, d.h. weder stark anwuchs noch kurz vor dem Aussterben stand, als sie ausgelöscht wurde. Die unterrepräsentierten Kinder und die leicht erhöhten Zahlen bei den höchsten Altersgruppen könnten zwar eine schwache Tendenz in Richtung auf Stagnation oder Bevölkerungsrückgang dokumentieren, aber gleichermaßen auch dem Zufallscharakter der Momentaufnahme geschuldet sein.

(5) Es widerspricht der archäologischen Erwartung, dass die mittelalterliche Population von Bärenthal und die statistisch ‚falsche‘ Talheimer Population die Lebendpopulation des Massengrabs besser reproduzieren können als das zeitgleiche Schwetzingen. Ob dies jedoch auf tatsächlichen demographischen Unterschieden oder der statistischen Unausgewogenheit der neolithischen Vergleichsserie basiert, muss offen bleiben.

(6) Das inkonsistente Mortalitätsprofil der lebenden (massakrierten) Talheimer Population ist im letzten Experiment nicht erkennbar. Im Rahmen demographischer Analysen sollten demnach die zu einem bestimmten Zeitpunkt lebende Bevölkerung (wie z. B. Talheim) und die Totenpopulation (Bestattungsgemeinschaft) immer gleichzeitig betrachtet werden. Der archäologische Befund liefert fast ausschließlich Letzteres. Computersimulationen sind in der Lage, den jeweils fehlenden Fall abzubilden.

## Schluss

Mit diesem Beitrag soll der im Hinblick auf eine bestimmte archäologische Ausgangssituation grundsätzliche Unterschied zwischen Lebend- und Totenpopulationen in den Fokus gerückt werden. Die strikte Trennung beider mathematischen Entitäten liefert verschiedenartige demographische Anhaltspunkte. Während eine Lebendpopulation sich definitiv nicht zur Berechnung einer Sterbetafel eignet, zeigen die vorliegenden Simulationen erste Anhaltspunkte zum besseren Verständnis der demographischen Strukturen von Massengräbern. So könnten zukünftige, kontextuelle Zusatzinformationen etwas mehr Licht auf die Frage werfen, ob die Talheimer Lebendpopulation zum Zeitpunkt des Massakers wesentlich größer war als die vorgefundenen 34 Individuen. Dieses Szenario wird als eine der möglichen Versionen des Tathergangs diskutiert.<sup>40</sup> In diesem Fall wäre die tatsächliche Altersverteilung der Talheimer Gesamtpopulation aus dem Massengrab nicht abzuleiten. Die Passgenauigkeit der simulierten Populationen mit der Altersstruktur der ausgegrabenen Skelettreste spricht jedoch gegen diese Annahme bzw. dafür, dass die Skelettreste aus Talheim eine repräsentative Lebendpopulation und/oder wahrscheinlich sogar eine komplette Dorfbevölkerung darstellen.

In der Zwischenzeit wurden mehrere, z. T. auf archäometrischen Analysen basierende, auch fiktionale Versuche unternommen, um ‚Familien‘ oder andere, auf Ähnlichkeiten basierende Gruppier-

39 WAHL/KÖNIG 1987 (Anm. 3) 76 f. – Deren Fehlen wurde seinerzeit auf der Basis zweier unabhängig voneinander gewonnener Teilergebnisse abgeleitet: Aus der überlieferten Anzahl von Frauen in gebärfähigem Alter sowie aus dem Vergleich der im Massengrab vorgefundenen, prozentualen Altersverteilung mit der nach GEBÜHR/KUNOW 1976 (Anm. 10) berechneten ‚Lebenspyramide‘.

40 WAHL/STRIEN 2009 (Anm. 9) 49–53.

rungen innerhalb der 34 ausgegrabenen Talheimer Lebendpopulation aufzudecken,<sup>41</sup> die sich jedoch aufgrund von Überschneidungen, unvollständigen Datensätzen oder sonstigen Unsicherheiten sämtlich als unbefriedigend erwiesen haben. Auch eine angenommene, generell höhere Ähnlichkeit aller vorgefundenen Individuen ließe sich nur mit Hilfe breiter angelegter, vergleichender, überregionaler Studien abklären.<sup>42</sup> Derzeit liefern die demographischen und befundorientierten Methoden der Archäologie und Anthropologie zwar immer noch die wesentlichen Informationen zur Ansprache von Binnenstrukturen, aber moderne Denkansätze mahnen zur Vorsicht bei der Formulierung bioarchäologischer Modelle.<sup>43</sup> Die auf der Basis ermutigender Voruntersuchungen aktuell laufenden DNA-Analysen lassen für das bandkeramische Massengrab von Talheim in dieser Richtung in absehbarer Zeit wichtige, neue Aufschlüsse erwarten.<sup>44</sup>

In den letzten Jahrzehnten sind weitere Fundplätze zutage getreten, die ähnliche Momentaufnahmen ermöglichen.<sup>45</sup> Um weitergehende Einsichten in derartige Fundeinheiten und deren Aussagepotenzial zu erhalten sowie überregionale und diachrone Vergleiche ziehen zu können, sollten sie routinemäßig den hier vorgestellten, agentenbasierten Modellierungen unterzogen werden. Das gilt ebenso für möglichst zahlreiche Testläufe, in denen weitere Szenarien mit variierenden demographisch wirksamen Parametern (z. B. unterschiedlichen Geburtenabständen, evtl. auch die regelhafte Auslese eines bestimmten Teils der Gesamtpopulation durch Krankheiten o. ä.) virtuell abgebildet werden. Auch wenn die Anwendung des auf der Programmiersprache netLogo und dem *Behaviour Composer* des Oxforder *modelling4all*-Projekts basierenden Verfahrens bislang noch nicht den Anspruch erheben kann, die demographischen Verhältnisse prähistorischer Populationen vollständig zu (er)klären, erlaubt sie dennoch in logisch nachvollziehbarer Weise von einer Totenpopulation auf die Lebendpopulation zu schließen und umgekehrt.

### Danksagung

Wir danken Dr. KEN KAHN und HOWARD NOBLE vom *modelling4all*-Team des IT Departments der Universität Oxford für ihre Hilfe bei der Programmierung sowie Prof. HELENA HAMEROW, Prof. JULIA LEE-THORP und Dr. RICK SCHULTING für vielerlei nützliche Hinweise und Kommentare.

---

41 Vgl. WAHL/KÖNIG 1987 (Anm. 3). – ALT et al. 1995 (Anm. 9). – EISENHAUER 2003 (Anm. 3). – WAHL/STRIEN 2009 (Anm. 9) – T. D. PRICE/J. WAHL/R. A. BENTLEY, Isotopic Evidence for Mobility and Group Organization Among Neolithic Farmers at Talheim, Germany, 5000 BC. *Europ. Journal Arch.* 9, 2006, 259–284. Zusammenge stellt in WAHL/TRAUTMANN 2012 (Anm. 3).

42 Vgl. G. UHLMANN, Archäologie und Macht. Zur Instrumentalisierung der Ur- und Frühgeschichte (Norderstedt 2012).

43 A. M. POLLARD, Isotopes and impact: a cautionary tale. *Antiquity* 85, 2011, 631–638.

44 Die Analysen werden derzeit im DNA-Labor der European Academy of Bozen/Bolzano (EURAC) durchgeführt.

45 BICKLE/WHITTLE 2013 (Anm. 2) 180 ff.

*Schlagwortverzeichnis*

Talheim; Demographie; Massengräber; Lebendpopulation; Totenpopulation; Jungsteinzeit; Bandkeramik; Sterbetafeln; agentenbasierte Computersimulation.

*Anschriften der Verfasser*

ANDREAS DÜRING, M. A., M. St.  
D. Phil. student & Clarendon scholar  
Institute of Archaeology  
University of Oxford  
36 Beaumont St, Oxford, OX1 2PG  
E-Mail: andreas.duering@arch.ox.ac.uk

Prof. Dr. JOACHIM WAHL  
Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart  
Arbeitsstelle Konstanz, Osteologie  
Stromeyersdorfstraße 3  
D-78467 Konstanz  
E-Mail: Joachim.Wahl@rps.bwl.de