

Abhandlung

Ute Seidel, Elisabeth Stephan, Hans-Peter Stika, Elaine Dunbar, Bernd Kromer, Alex Bayliss, Nancy Beavan, Frances Healy und Alasdair Whittle*

Die Zeit der großen Gräben: Modelle zur Chronologie des Michelsberger Fundplatzes von Heilbronn-Klingenberg „Schlossberg“, Stadtkreis Heilbronn, Baden-Württemberg

DOI 10.1515/pz-2016-0022

Zusammenfassung: Vorgestellt wird der Versuch einer präziseren Datierung des Erdwerks von Heilbronn-Klingenberg „Schlossberg“ am mittleren Neckar. Die angewendete Methode empfiehlt sich als Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen zur Datierung und Belegungsdauer anderer Michelsberger Erdwerke des späten 5. bis frühen 4. Jahrtausends calBC. Vom Erdwerk von Klingenberg wurden in den Jahren 1986–1987 zwei Abschnittsgräben ausgegraben, die einen Lößsporn abriegeln, Spuren einer Palisade innerhalb des inneren Grabens, in beiden Gräben Reste einer verbrannten Holzkonstruktion, zahlreiche

Gruben innerhalb wie auch außerhalb der Gräben, und in diesen Befunden zahlreiche Deponierungen von Hunden. Wenige Spuren einer vor-grabenzeitlichen Belegung datieren nach MK II und MK III/IV, doch fanden die Aktivitäten am Platz hauptsächlich während MK V/Munzungen statt. Der chronologische Ansatz kombiniert die detaillierte archäologische Befundinformation mit ¹⁴C-Datierungen aus sorgfältig ausgewählten Proben – verwendet wurden ganz überwiegend verkohltes Getreide, und Tierknochen, die anpassend oder einem Teilskelett zuweisbar sind – mit dem statistischen Filter nach dem Satz von Th. Bayes.

Für eine absolute Datierung der MK II Aktivitäten standen keine Proben zur Verfügung. Die Beprobung zweier MK III/IV Gruben legt deren Datierung in das 40.–39. Jh. cal BC nahe. Die Aktivitäten während MK V/Mz setzen dann ganz am Ende des 39. bzw. zu Beginn des 38. Jhs. cal BC ein. Entgegen der zuvor veröffentlichten Interpretation der Belegung des Platzes, ist anzunehmen, dass die Hauptaktivitäten erst mit der Anlage des Erdwerks begannen, beide Gräben dürften in zeitlich dichter Folge oder zeitgleich angelegt worden sein. Darauf folgte die Anlage von Gruben im Innenraum des Erdwerks, ab dem frühen 38. Jh. cal BC. Wohl nach wenigen Jahrzehnten wurden dann auch Gruben außerhalb des Grabensystems angelegt, in der Mitte des 38. Jhs. cal BC. Das Ende der Nutzung beider Gräben dürfte in die Mitte des 37. Jhs. cal BC fallen, sie wurden wohl zeitgleich aufgegeben, nach dem Brandereignis, das die sie begleitenden Konstruktionen zerstörte. Die Anlage von Gruben außerhalb der Gräben dürfte ab diesem Zeitpunkt geendet haben; im Innenraum könnten nach diesem Ereignis noch einige Gruben angelegt worden sein. Insgesamt ist mit MK V/Munzungen Aktivitäten über 120–150 Jahre zu rechnen. Alternative Modelle hierzu werden diskutiert.

Erörtert werden lokale und überregionale Auswirkungen dieser Datierungsansätze, sowie Umstände, unter

Ute Seidel, Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart, Ref. 84.2, Dienstsitz Freiburg, Günterstalstr. 67, D-79100 Freiburg/Breisgau. E-Mail: Ute.Seidel@rps.bwl.de

Elisabeth Stephan, Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart, Ref. 84.1, Dienstsitz Konstanz, Stromeyersdorfstr. 3, D-78467 Konstanz. E-Mail: elisabeth.stephan@rps.bwl.de

Hans-Peter Stika, Institut für Botanik, Universität Hohenheim, Garbenstraße 30, D-70599 Stuttgart. E-Mail: Hans-Peter.Stika@uni-hohenheim.de

Elaine Dunbar, SUERC Radiocarbon Laboratory, Scottish Enterprise Technology Park, Rankine Avenue, East Kilbride G75 1QF, UK. E-Mail: Elaine.Dunbar@glasgow.ac.uk

Bernd Kromer, Klaus-Tschira-Archäometrie-Zentrum, C4.8, D-68159 Mannheim. E-Mail: bernd.kromer@cez-archaeometrie.de

Alex Bayliss, Scientific Dating Team, Historic England, 1 Waterhouse Square, 138–42 Holborn, London EC1N 2ST, UK. E-Mail: Alex.Bayliss@HistoricEngland.org.uk

Nancy Beavan, Department of Archaeology and Conservation, Cardiff University, John Percival Building, Colum Drive, Cardiff CF10 3EU, UK. E-Mail: nncbvn@gmail.com

Frances Healy, Department of Archaeology and Conservation, Cardiff University, John Percival Building, Colum Drive, Cardiff CF10 3EU, UK. E-Mail: HealyFM@cardiff.ac.uk

***Corresponding Author: Alasdair Whittle**, Department of Archaeology and Conservation, Cardiff University, John Percival Building, Colum Drive, Cardiff CF10 3EU, UK. E-Mail: whittle@cardiff.ac.uk

denen das Erdwerk wohl erbaut und dann wieder zerstört wurde, die Bedeutung für die Keramikchronologie der MK, und die allgemeine Entwicklung der Erdwerke der MK und anderer Regionen.

Schlüsselworte: Jungneolithikum Südwestdeutschland; Mittlerer Neckarraum; Michelsberger Kultur; Erdwerk; Chronologie Modelle; Radiokarbon Datierungen; bayesisches Verfahren

Résumé: Cet article se propose d'établir une chronologie aussi fine que possible de l'enceinte Michelsberg de Klingenberg-Schlossberg dans la vallée du Neckar (Bade-Wurtemberg). Cette proposition chronologique est ensuite utilisée pour apprécier la datation et la durée d'autres enceintes Michelsberg (MK) entre la fin du 5^e et le début du 4 millénaire avant J.-C. Fouillée extensivement en 1986 et 1987, le site de Klingenberg comporte deux fossés barrant un promontoire loessique, des traces d'une palissade conservées à l'intérieur du fossé interne, des vestiges de superstructure brûlés retrouvés dans les deux fossés, de nombreuses fosses aménagées à l'intérieur et à l'extérieur de l'enceinte ainsi que des dizaines de restes de chien. Certains vestiges, antérieurs au creusement des fossés, remontent aux phases MK II et III/IV, mais la majeure partie de l'activité relève de la phase du MKV/Munzingen (MZ). La chronologie du site est appréhendée au travers d'une approche systématique s'appuyant sur une étude fine des informations issues de la fouille et une approche statistique bayésienne des dates radiocarbones. Ces dates ont été réalisées sur des échantillons soigneusement sélectionnés, essentiellement des graines de céréales carbonisées et des os animaux articulés.

Aucune mesure n'a pu être effectuée pour la phase initiale (MK II). Des échantillons provenant de deux fossés suggèrent une fourchette dans les 40^e–39^e siècles avant J.-C. pour la phase suivante (MK III/IV). L'activité de la phase MK V/Mz semble avoir commencé entre la toute fin du 39^e et le début du 38^e siècle avant J.-C. Contrairement à une interprétation précédemment publiée, cette phase a probablement commencé sur le site par la construction de l'enceinte, les deux fossés ayant été aménagés en même temps ou dans un laps de temps très court. Cette phase a été suivie par le creusement de fosses à l'intérieur de l'enceinte, dans la première partie du 38^e siècle avant J.-C. Après quelques décennies, d'autres fosses ont été creusées à l'extérieur, vers le milieu du 38^e siècle avant J.-C. Les deux fossés ont probablement été abandonnés dans le milieu du 37^e siècle avant J.-C., sans doute simultanément, après l'incendie du rempart qui les accompagnaient. Plus aucune fosse ne semble aménagée ni utilisée à l'extérieur

de l'enceinte à partir de ce moment alors que l'activité semble se poursuivre un peu plus tard dans son emprise. On estime la durée la phase MK V/Mz du site de Klingenberg entre 120 et 150 ans. Toutefois, des modèles alternatifs ont également été considérés.

Les implications ponctuelles et à plus large échelle de ces nouvelles datations sont également discutées, notamment les circonstances dans lesquelles l'enceinte a été construite et celles de son abandon, l'évolution stylistique de la poterie Michelsberg ainsi que le développement plus général de cette culture et des autres enceintes.

Mots-cles: Néolithique; Allemagne de l'Est; Région du Moyen-Neckar; Culture Michelsberg; travaux de terrassement; Modèles Chronologie; Dates de radiocarbones; méthodes bayésiennes

Abstract: This paper presents an attempt to establish more precise dating of the Michelsberg enclosure of Klingenberg-Schlossberg in the Neckar valley. The approach used is advocated as the basis on which to explore the timing and duration of other Michelsberg enclosures of the later fifth–earlier fourth millennium cal BC. Excavated extensively in 1986–1987, the Klingenberg enclosure has two ditches across a loess promontory, traces of a palisade inside the inner ditch, remains of burnt superstructure in both ditches, numerous pits both inside and outside, and numerous dog remains. There are some signs of pre-enclosure occupation in the MK II and III/IV phases, but the bulk of activity belongs to the MK V/Munzingen phase. A formal chronological approach combines the detailed archaeological information from the excavation with radiocarbon dates on carefully selected samples, here mainly charred cereals or articulated or articulating animal bones, in a Bayesian statistical framework.

No samples were found to date MK II activity. Samples for two MK III/IV pits suggest a date in the 40th–39th centuries cal BC. MK V/Mz activity began at the very end of the 39th and the start of the 38th century cal BC. Unlike in the previously published interpretation of the sequence, this activity probably began with the construction of the enclosure, both ditches being dug either together or in very quick succession. This was followed by pits inside the enclosure, from the earlier 38th century cal BC. Probably after a few decades, pits began to be dug outside the enclosure, in the middle part of the 38th century cal BC. Both ditches probably went out of use in the mid-37th century cal BC, probably simultaneously, after the burning of the rampart between them, and the ending of the external pits could be of the same date; the internal pits might

have continued a little longer. A duration of 120–150 years for MK V/Mz activity is estimated. Alternative models are considered.

The local and wider implications of these formal date estimates are discussed, topics covered including the circumstances in which the enclosure may have been constructed and those in which it ended, the chronology of MK pottery, and the wider development of MK and other enclosures.

Keywords: Neolithic; Neckar valley; Michelsberg; enclosure; chronology; radiocarbon dating; Bayesian statistics

Erdwerke der Michelsberger Kultur

Erdwerke sind ein herausragendes Phänomen der Michelsberger Kultur, die als archäologische Einheit im späten fünften und frühen vierten Jahrtausend cal BC in weiten Teilen Mitteleuropas zu fassen ist. Für ihre Erbauer müssen die Erdwerke eine besondere Funktion und Bedeutung gehabt haben. Immerhin musste in den Bau einer solchen Anlage eine beträchtliche Arbeitsleistung investiert werden und oft scheinen Anlagen dieser Art, einmal erbaut, den Mittelpunkt intensiver Aktivitäten gebildet zu haben. In der Siedlungsorganisation der benachbarten Kulturgruppen dieser Zeit finden sich keine Erdwerke (Matuschik 1991). Für das Siedlungssystem der Michelsberger Kultur (MK) gibt es Hinweise darauf, dass jeweils nur kleine Gruppen an einem Platz siedelten und vielleicht nicht sehr lange an einem Ort blieben (Seidel 2008a, 388). Im Gegensatz dazu hielten die zeitgleichen Gemeinschaften, die die Tradition der mitteneolithischen Rössener Kultur fortführten, die sog. „Epirössener Gruppen“, lange genug an einem Platz fest, um Ansammlungen von über tausend Gruben zu hinterlassen. An einem Fundplatz der MK finden sich aber gewöhnlich nur etwa 5 bis 6 Gruben, die einer keramischen Stilstufe zuzuordnen sind (Seidel 2004; 2008a, 388).

Für eine solche eher mobile und vielleicht segmentär organisierte Gesellschaft könnten Erdwerke als Versammlungsplätze gedient haben; die Gründe für derartige Zusammenkünfte können vielfältig gewesen sein. Häufig liegen die Erdwerke der MK in topographisch hervorgehobenen Lagen, an durch die Natur vorgegebenen Wegetrasen, oft auch an historisch belegten Straßen (Geschwinde 2013, 199). Für das Braunschweiger Land in Niedersachsen wurde daher ein Modell entwickelt, dem zufolge Erdwerke als Plätze für den Austausch von Rindern fungiert hätten (Geschwinde/Raetzel-Fabian 2009). Jedoch kann auf Grundlage der bekannten archäozoologischen Daten

für die MK bislang keine Bevorzugung der Rinderzucht attestiert werden (Stephan 2008, bes. 235 ff.; Steppan 2003). Die Funktion der Erdwerke dürfte breiter gefasst gewesen sein und man kann durchaus Zusammenkünfte aus unterschiedlichen Anlässen, sowohl mit wirtschaftlichem als auch rituellem Charakter in Betracht ziehen (Seidel 2008a). Unabhängig von der bevorzugten Interpretation ist aber der Versuch, eine präzisere Chronologie aufzubauen, eine der besten Möglichkeiten, neue Erkenntnisse zur Nutzung der Erdwerke zu gewinnen (vgl. Whittle *et al.* 2011). Der vorliegende Beitrag hat sich dies, am Beispiel von Klingenberg in Südwestdeutschland, zum Ziel gesetzt.

In Südwestdeutschland sind seit der Linearbandkeramik Erdwerke belegt; während des folgenden Mittelneolithikums fehlen sie dann aber fast ganz. Erst ab dem späten fünften Jahrtausend cal BC tritt hier die MK erneut mit charakteristischen Grabenwerken in Erscheinung. Das Erdwerk von Heilbronn-Klingenberg ist eine von etwa 100 bekannten Anlagen im Verbreitungsgebiet der MK (Jeunesse/Seidel 2010).

Die MK wird namentlich über das Vorkommen unverzierter, rundbodiger Keramik definiert, die durch Lüning in klassischer Weise in fünf typologische Stufen gegliedert wurde (Lüning 1967). Derzeit wird von einer Entstehung der MK im späten fünften Jahrtausend cal BC im östlichen Pariser Becken ausgegangen, von wo aus sich die MK nach Osten über den Großteil Deutschlands und bis nach Böhmen ausgebreitet habe. Ihr geschätztes Ende wird in der zweiten Hälfte des 37. Jahrhunderts cal BC angesetzt (Biel *et al.* 1998).

Erdwerke der MK können aus bis zu fünf Grabenringen bestehen, die in unregelmäßigen Abständen von Erdbrücken unterbrochen werden (Seidel 2008a; Jeunesse/Seidel 2010; vgl. Andersen 2015; Petrasch 2015). Vielfach dokumentierte Spuren von Einbauten, wie Pfostenlöcher und Schlitzgruben in diesen Übergängen, lassen an ausgebaute Tore denken. In einigen Fällen wurden Spuren einer Palisade innerhalb der Gräben beobachtet. Zumindest für Klingenberg ist gesichert, dass hinter dem innersten Graben auch ein Wall aufgeschüttet war, doch ist seine genaue Position unklar. In verschiedenen Erdwerken fanden sich entlang der Grabenstrecken Reste grabenbegleitender Konstruktionen, wie verbrannte Hölzer, oder Steine von Trockenmauerwerk. Das Fundmaterial aus den Gräben variiert von Fundplatz zu Fundplatz, vielfach sind aber Skelettelemente von Tieren und Menschen darunter (Andersen 2015; Seidel 2008a). Wo größere Areale ausgegraben wurden, konnten bei guter Erhaltung außer den Erdwerksgräben auch Gruben freigelegt werden. Die Gruben ergaben ein breites Spektrum an

Funden, neben Resten aus dem Alltagsleben, wie Keramik und Tierknochen, auch Gegenstände die aus MK Befundzusammenhängen selten überliefert sind, wie ein Jadeitbeil, Miniaturbeile aus Ton, verzierter Wandverputz in Form weiblicher Brüste in Klingenberg, oder ehemals aufgespießte Schädel oder eine Gesichtsmaske (Seidel 2008a, 98–100, 301–308; 2010; 2013; Wahl 2008, 780–784; 2010). Zu den nicht alltäglichen Funden sind auch Deponierungen von Tieren und Menschen zu zählen.

Nur zwei der Erdwerke der MK – Urmitz und Wiesbaden-Schierstein am Mittelrhein – erreichten beeindruckende Größen von respektive 60 ha und fast 100 ha. Die meisten Erdwerke der MK umfassen hingegen Innenräume von 10 bis 40 ha; einige wenige Anlagen bleiben unter 10 ha, von diesen ist Klingenberg mit seinen ca. 2,5 ha Innenfläche wohl das kleinste (Seidel 2008a, 357 Tab. 42). Im Verlauf der MK zeichnet sich ein Trend ab, der von den frühen, größeren Anlagen mit häufigeren Graben-Unterbrechungen, in Flusstälern oder auf niedrigen Hügeln gelegen, zu den kleineren Erdwerken der späteren MK führt, die topographisch markante und verteidigungstechnisch günstige Standorte belegen (Matuschik 1991; Seidel 2008a; Geschwinde 2013). Das namensgebende Erdwerk auf dem „Michelsberg“, das die höchste Erhebung des Kraichgau dominiert, umfasst allerdings mehr als 10 ha und wurde wohl erst zur Stufe MK IV angelegt, so dass diese Entwicklung nicht ganz linear verlaufen sein dürfte.

In zwei Aspekten profitiert die Untersuchung der MK Erdwerke von einer präziseren Datierung: Hinsichtlich der Festlegung des zeitlichen Ablaufs sowie hinsichtlich der Untersuchung der Dauer ihrer Nutzungsphasen. Dies sollte idealerweise auf regionaler, und auf noch großräumigerer, Ebene für mehrere Anlagen untersucht werden (Whittle *et al.* 2011). Im vorliegenden Beitrag beginnen wir dieses Vorhaben zunächst mit dem Fallbeispiel Klingenberg.

Das Erdwerk von Klingenberg

Die kleine Abschnittsbefestigung von Heilbronn-Klingenberg „Schlossberg“, Stadtkreis Heilbronn in Baden-Württemberg (Abb. 1), datiert in die späteste Stufe der Michelsberger Kultur (MK V oder Fazies Munzingen B). Die Laufzeit dieser Stufe wird auf 3750–3650 cal BC angesetzt (Seidel 2008a, 315–326; siehe Abschnitt „Diskussion“). Das Erdwerk wurde 1985 im Luftbild entdeckt und 1986/7 von Jörg Biel komplett untersucht. Es ist damit bis heute das einzige Erdwerk der MK, bei dem nicht nur das Grabensystem und die Innenfläche, sondern auch die Fläche außer-

halb der Gräben untersucht wurde. Zwei parallel geführte Gräben riegeln den „Schlossberg“, einen Lössvorsprung zwischen dem Neckar und einem kleinen Zufluss, dem Klingensbach, oberhalb einer historischen Neckarfurt ab. Die Gräben umschließen eine Innenfläche von etwa 2,5 ha, einschließlich der Fläche außerhalb der Gräben sind insgesamt ca. 3 ha mit Gruben bedeckt.

Bei den Grabungen wurden rund 650 Gruben, zwei Gräben, einige Schlitzgruben und Pfostenlöcher an den Erdbrücken, sowie der 7 m lange Restbefund einer „Palisade“ innerhalb des inneren Grabens dokumentiert (Abb. 2; Seidel 2008a). Zu den bemerkenswertesten Befunden gehören die sehr gut erhaltenen Überreste hölzerner Konstruktionen, Pfosten und Bretter, die brennend in einige Segmente der beiden Gräben gestürzt waren und den umgebenden Löss orange verzierten (Abb. 3). In den Gräben von Klingenberg wurden keine menschlichen Überreste entdeckt, dafür konnten in den Gruben und Gräben die Skelette bzw. Teilskelette (TS) von 35 Hunden und 12 anderen Haus- und Wildtierarten dokumentiert werden (Abb. 4; Stephan 2008).

Die von Seidel (2008a, 246–299, 315–326) erarbeitete Chronologie des Fundplatzes basiert auf einer Clusteranalyse der Profile aller rekonstruierbaren Gefäße und einer Seriation der resultierenden Gefäßtypen, den Keramiktypologien nach Lünig (1967) und Höhn (2002) und den zum damaligen Zeitpunkt verfügbaren 25 Radiokarbonaten. Die auf dieser Grundlage vorgeschlagene Michelsberger Belegung des Fundplatzes begann – einigen Scherben zufolge – während MK II, d. h. in den Jahrzehnten vor 4000 cal BC. Eine weitere Aktivitätsphase, der sich Material aus sechs Gruben zuordnen ließ, datiert nach MK III/IV, d. h. die Jahrzehnte nach 4000 cal BC. Es wurde davon ausgegangen, dass nach dieser zweiten Belegung zu Beginn von MK V/Munzingen, also im 38. Jahrhundert cal BC das gesamte Areal – allerdings noch ohne Grabenwerk – von hunderten von Gruben bedeckt wurde. Der Großteil der Keramik von Klingenberg entspricht typologisch MK V/Munzingen. In dieser Zeit fand ein Wandel der Keramik statt, insofern flachbodige Formen, wie sie Munzingen B kennzeichnen, in das Keramikspektrum der MK aufgenommen wurden (Seidel 2008a–b). Um 3700 cal BC wurden nach diesem Modell die beiden Erdwerksgräben ausgehoben, die dann das vormals genutzte Areal durchtrennten. Es wurde angenommen, dass nach dem Bau der Gräben nur noch der Innenbereich besiedelt war. Die Gräben wurden als zeitgleich angesehen, da sie eine vergleichbare Form und Verfüllstruktur aufwiesen, die gleichen Keramiktypen enthielten und übereinstimmende ¹⁴C-Daten ermittelt wurden. Als Zeitpunkt der Zerstörung der Grabenanlage, d. h. des Ereignisses, das zum Brand

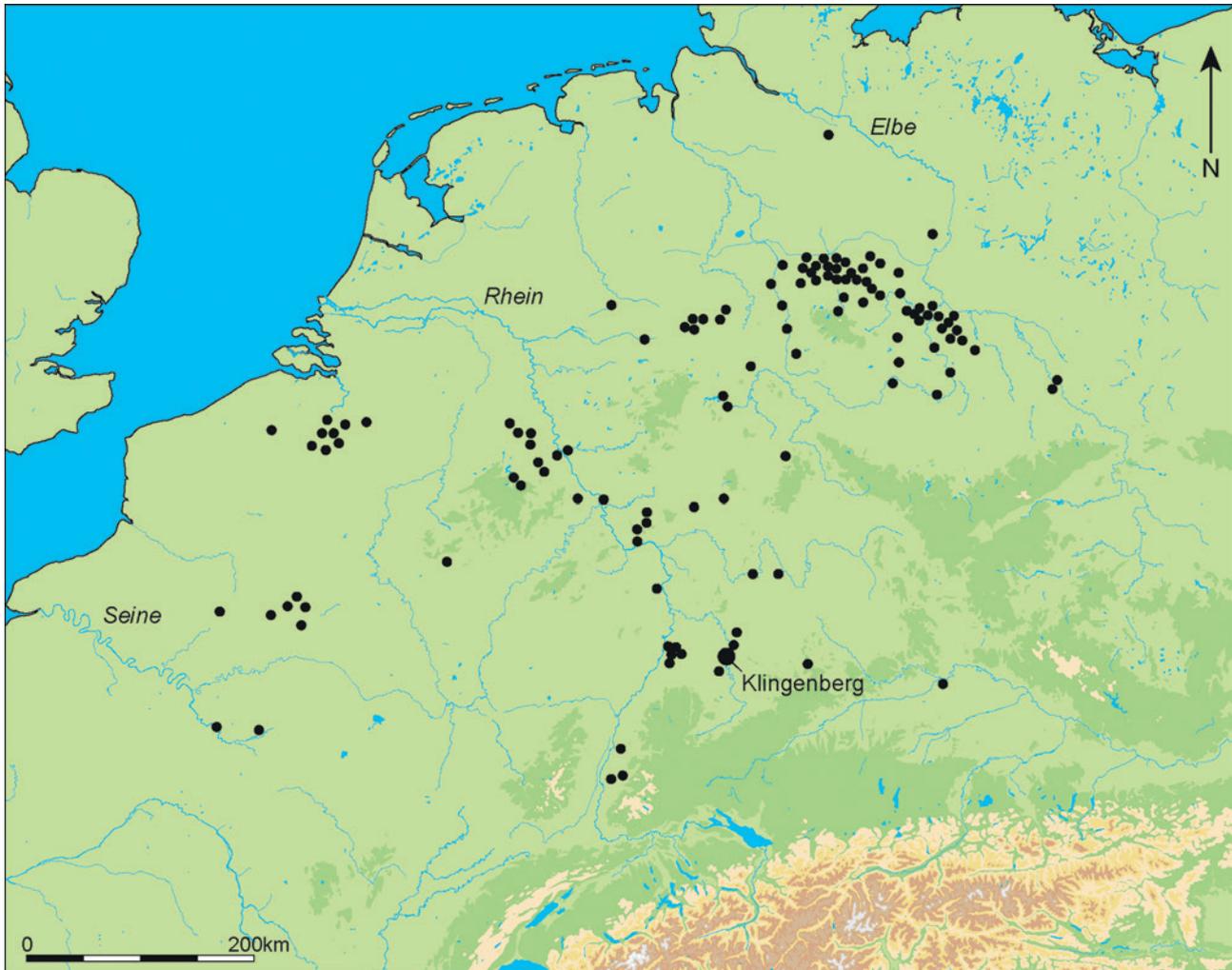


Abb. 1: Gesamtverbreitung der Erdwerke der Michelsberger Kultur, und die Lage von Heilbronn-Klingenber. (Jeunesse/Seidel 2010). Einige der Erdwerke am nordöstlichsten Rand der Verbreitung könnten bereits der Sphäre der Trichterbecherkultur angehören

der zugehörigen Holzkonstruktionen führte, wurden die Jahre nach 3700 cal BC angenommen.

Allerdings blieben viele dieser Schlussfolgerungen vorläufig und die Fundstelle warf nach wie vor Fragen auf, die sowohl fundplatzspezifisch sind als auch den weiteren Kontext der MK betreffen:

- Über welche Zeitspanne erstreckte sich die Besiedlung von Klingenber insgesamt?
- Wurde der Platz kontinuierlich oder nur episodisch genutzt? In letzterem Fall wäre zu fragen, wie viele unterschiedliche Besiedlungsphasen es gab.
- Wie war das zeitliche Verhältnis zwischen Erdwerk und Gruben? Wurden die Bereiche innerhalb und außerhalb des Grabenwerkes jeweils vor und/oder nach seiner Erbauung genutzt?
- Gehören alle Hundedeponierungen in den gleichen Aktivitätshorizont?

- Bedeutete die Zerstörung des Grabenwerkes zugleich auch das Ende der Nutzung bzw. Besiedlung des Platzes?
- Welchen Beitrag kann eine präzisere/genauere Chronologie für Klingenber für unser Verständnis der Erdwerke der MK im Besonderen und für die Entwicklung der Keramiktypologie der MK im Allgemeinen leisten?

Diese Fragen waren der Anstoß, das hier vorgelegte Datierungsprogramm im Rahmen des Projektes *Their Times of Their Lives* (ToTL; siehe Danksagung) durchzuführen. Das Projekt ToTL verfolgt das Ziel, die Chronologie ausgewählter Fundplätze und zugleich Aspekte des europäischen Neolithikums präziser zu fassen, indem nach rigorosen Kriterien ausgewähltes Material ¹⁴C-datiert und unter Anwendung der bayesschen Statistik analysiert wird.



Abb. 2: Heilbronn-Klingenberg. Gesamtplan der Michelsberger Befunde. Hervorgehoben sind die datierten Kontexte; Grabenbefunde kursiv.



Abb. 3: Heilbronn-Klingenberg. Reste einer brennend in den Graben gestürzten Holzkonstruktion in Befund 169 entlang Segment 225–169–195 des inneren Grabens. Foto: Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart, Baden-Württemberg

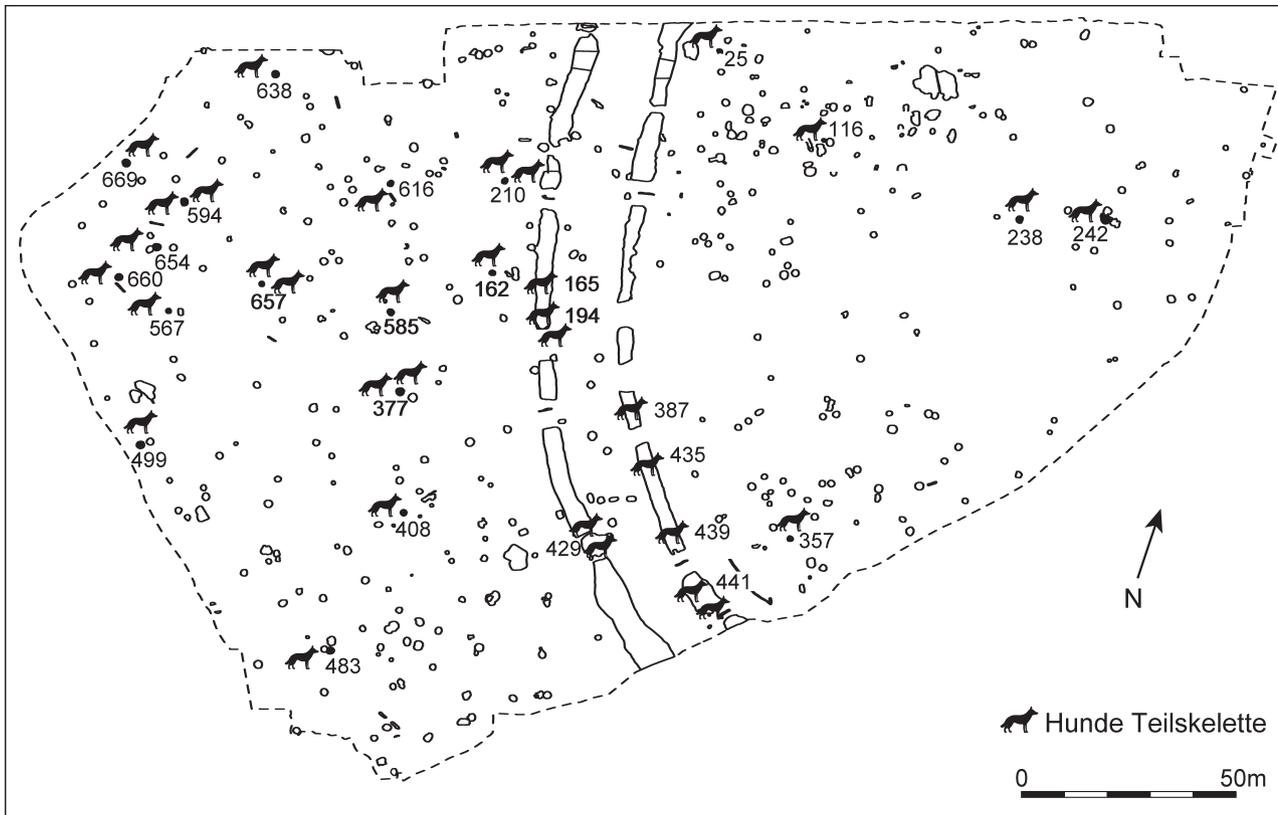


Abb. 4: Heilbronn-Klingenberg. Gesamtplan der Michelsberger Befunde und die Lage der Hundedeponierungen (Stephan 2008, Abb. 46)

Präzisere Datierungen ermöglichen es, den Besiedlungsrythmus verschiedener Fundplätze, die Nutzungszeit von Monumenten, wie auch Traditionen oder Phänomene von Kontinuität und Diskontinuität besser zu beleuchten (Whittle *et al.* 2008).

Naturwissenschaftliche Datierung

Aktuell liegen 94 Radiokarbonmessungen an Proben von Klingenberg vor (Tab. 1; 2). Unter ihnen sind acht Paare von Kontrollmessungen (also unabhängige ^{14}C -Messungen an zwei Teilen der gleichen Probe) und zwei Gruppen von jeweils drei Kontrollmessungen. Dreißig Messungen wurden im Zuge der ursprünglichen Analyse und Publikation des Fundplatzes durchgeführt, zehn im Radiokarbonlabor der Heidelberger Akademie der Wissenschaften (Hd-), weitere 20 im Leibniz-Labor der Christian Albrechts Universität in Kiel (KIA-). Nach der Publikation 2008 wurde eine weitere Probe im Curt-Engelhorn-Zentrum für Archäometrie in Mannheim (MAMS-) analysiert. Im Zuge des ToTL-Projektes wurden weitere 63 Messungen durch-

geführt, davon 31 am Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie und 32 am Scottish Universities Environmental Research Centre, East Kilbride (SUERC-). Von diesen 94 Datierungen beziehen sich 78 auf die Michelsberger Nutzung des Fundplatzes. Zwei verkohlte Getreidekörner aus dem äußeren Graben erbrachten kein Ergebnis.

Probenaufbereitung und Messung

Die in Heidelberg gemessenen Knochenproben wurden mit Salzsäure demineralisiert und dann mehrere Tage in Dialyseschläuchen aufbewahrt, um vor der Verbrennung Proteine kurzer Kettenlänge (< 10 kD) zu entfernen. Das resultierende CO_2 wurde gereinigt und sieben Tage in Hochdruck-Gas-Proportionalzählrohren gemessen (Münnich 1957; Schoch *et al.* 1980; Dörr *et al.* 1989, Kromer/Münnich 1992).

Alle übrigen Daten wurden mittels Beschleuniger-Massenspektrometrie (AMS) datiert. In Kiel wurden verkohlte Pflanzenreste und Holzkohle einer Säure-Lauge-Säure Vorbehandlung unterworfen (Mook/Waterbolk 1985). Pulverisierte Knochenproben wurden erst mit

Tab. 1: Radiokarbondaten nach Datierungsrunde, Befundart und Probenmaterial

„(+x)“ nach einigen Datierungen aus michelsbergzeitlichen Befundzusammenhängen bedeutet, dass x Datierungen sich als älter als ihr archäologischer Kontext und somit als sekundär verlagert herausgestellt haben

| | | Prä- michelsberg- zeitl. Befunde | Michelsber- ger Gruben | innerer Graben | äußerer Graben | Post- michelsberg- zeitl. Befunde | Gesamt |
|------------|-----------------------------------|--|---------------------------|-------------------|-------------------|---|--------|
| Vorhandene | Holzkohle | – | 1 | 2 | 1 | – | 4 |
| Daten | Verkohlte Pflanzenreste | – | 3(+2) | 1(+4) | 2 | – | 12 |
| | Menschenknochen | 4 | 1 | – | – | 1 | 6 |
| | Hundeknochen | – | – | – | – | – | – |
| | Andere Tierknochen | – | 5 | 2 | 1 | 1 | 9 |
| | Zwischensumme | 4 | 12 | 9 | 4 | 2 | 31 |
| ToTL | Holzkohle | – | – | – | – | – | – |
| | Verkohlte Pflanzenreste | – | 7 | 6(+2) | 5 | – | 20 |
| | Menschenknochen | – | – | – | – | – | – |
| | Hundeknochen | – | 16 | 7 | 9 | – | 32 |
| | Andere Tierknochen oder Geweih | – | 6(+2) | – | 3 | – | 11 |
| | Zwischensumme | – | 31 | 15 | 17 | – | 63 |
| Gesamt | | 4 | 43 | 24 | 21 | 4 | 94 |

Azeton behandelt, dann mit deionisiertem Wasser gespült und schließlich in Salzsäure (1 %) demineralisiert (Grootes *et al.* 2004). Um die mobileren Huminsäuren zu entfernen, wurde der demineralisierte Knochen mit Natriumhydroxid (1 % bei 20° C für eine Stunde) und dann nochmals mit Salzsäure (1 % bei 20° C für eine Stunde) behandelt. Die so gewonnene Knochengelatine wurde über Nacht in Wasser aufgelöst (bei 85° C und pH 3), durch einen ausgeglühten Silberfilter mit 0,45 µm Porenweite gefiltert und gefriergetrocknet. Glühen, Graphitisierung und Messung verliefen wie von Nadeau *et al.* (1997; 1998) beschrieben.

In Mannheim wurde verkohltes Getreide einer Säure-Lauge-Säure Vorbehandlung unterworfen (Mook/Waterbolk 1985); das aus den Knochenproben gewonnene Kollagen wurde ultrafiltriert und gefriergetrocknet (Brown *et al.* 1988) bevor es zu CO₂ verbrannt und graphitisiert und schließlich, wie von Kromer *et al.* (2013) beschrieben, AMS-datiert wurde.

In East Kilbride wurden Proben an verkohlten Pflanzen wie von Mook und Waterbolk (1985) beschrieben vorbehandelt und Knochenproben mittels Gelatinisierung und Ultrafiltration behandelt (Brock *et al.* 2010). Alle Proben wurden zu Kohlendioxid verbrannt (Vandeputte *et al.* 1996), graphitisiert (Slota *et al.* 1987) und AMS-datiert (Freeman *et al.* 2010).

In Heidelberg und East Kilbride wurden δ¹³C-Werte mittels Isotopenverhältnis-Massenspektrometrie (IRMS) an Teilproben des zur Datierung verbrannten Kohlendioxids gewonnen. Diese Werte wurden zur Bestimmung des konventionellen ¹⁴C-Alters (Stuiver/Polach 1977)

genutzt und spiegeln vor allem die natürliche Isotopenzusammensetzung des datierten Materials wieder. Sie lassen sich daher auch zur Analyse der Ernährung nutzen. In Mannheim und Kiel wurden die δ¹³C-Werte durch Beschleuniger-Massenspektrometrie (AMS) an den zur Datierung genutzten Graphit-Targets gemessen. Diese Werte wurden bei der Berechnung des konventionellen ¹⁴C-Alters (Stuiver/Polach 1977) genutzt, können aber, zusätzlich zur natürlichen Isotopenzusammensetzung, eine während der Aufbereitung und Messung eingeführte Fraktionierungskomponente enthalten und daher nicht zu einer Analyse der Ernährung herangezogen werden. Daher wurden für die im Zuge des ToTL-Projekts eingereichten Knochenproben die stabilen Isotope Kohlenstoff und Stickstoff mittels Isotopenverhältnis-Massenspektrometrie (IRMS) an Teilproben des zur Datierung aufbereiteten Kollagens gemessen. Im SUERC Labor wurden die δ¹³C- und δ¹⁵N-Proben wie von Sayle *et al.* (2014) beschrieben aufbereitet und analysiert. Teilproben der im MAMS-Labor aufbereiteten und datierten Gelatine wurden an der Isotracer facility, University of Otago Chemistry Department auf δ¹³C und δ¹⁵N untersucht. Dabei wurden die von Beavan Athfield *et al.* (2008, 3) beschriebenen Methoden angewendet. Diese Messungen fließen in die unten beschriebene Analyse der Ernährung auf Grundlage der stabilen Isotope ein.

Qualitätskontrolle

Alle vier Labore nehmen an laufenden Programmen zur internen Qualitätskontrolle und an internationalen Ringvergleichen teil (Scott 2003; Scott *et al.* 2007; 2010a–b).

Die Konsistenz der Ergebnisse wurde im Laufe des ToTL-Projektes zusätzlich mittels wiederholter Messung der gleichen Probe durch unterschiedliche Labore überprüft. Von zehn Sätzen Kontrollmessungen, die an einzelnen Knochenstücken in Mannheim und East Kilbride durchgeführt wurden, sind sechs bei 95 % Wahrscheinlichkeit statistisch konsistent (Ward/Wilson 1978), die verbleibenden vier Messungen sind es nicht (Tab. 2). Als wir die inkonsistenten Ergebnisse erhielten (Frühjahr 2014), wurden beide Labore angefragt, die betreffenden Proben noch einmal zu datieren. Jedoch war nur für zwei der Proben noch Material vorhanden, das in Mannheim noch einmal datiert werden konnte. Die Ergebnisse waren mit den ersten MAMS Ergebnissen statistisch konsistent, und damit nach wie vor inkonsistent mit den SUERC Ergebnissen (Tab. 2: SUERC-52388, MAMS-20318.1–2; SUERC-52420, MAMS-20332.1–2). Keines der Labore konnte einen Fehler bei der Datenverarbeitung entdecken. Von den acht Gruppen aus Kontrollmessungen, die im Frühjahr und Sommer 2014 gemessen wurden, sind vier statistisch konsistent, in den anderen vier Fällen sind die Daten aus Mannheim etwas jünger als die aus East Kilbride. Die beiden im Herbst 2014 gemessenen Gruppen sind mit 95 % Wahrscheinlichkeit statistisch konsistent. Wir können nur davon ausgehen, dass Anfang 2014 in einem oder beiden Laboren ein Fehler aufgetreten ist, der zu einem leichten Offset in einigen ihrer Ergebnisse geführt hat. Es ist unmöglich zu sagen, wo die Ungenauigkeit begründet liegt. Beide Datenserien sind konsistent mit den stratigraphischen Verhältnissen und den anderen in das Modell einbezogenen Informationen.

Alle ermittelten Ergebnisse fließen in die unten vorgestellten Modelle mit ein, da wir nicht der Ansicht sind, dass die leichten Offsets in einigen der Ergebnisse einen großen Einfluss auf die von den Modellen errechneten *a-posteriori*-Wahrscheinlichkeitsverteilungen nehmen und es keine wissenschaftlich oder archäologisch begründeten Argumente dafür gibt, den einen oder anderen Datensatz zu bevorzugen. Wo auch immer der Grund für die beobachteten Offsets liegt, er hat offenbar nur die Hälfte der Anfang 2014 an einem der Labore gemessenen Knochenproben beeinflusst und betrifft damit nur acht oder neun der 78 Ergebnisse aus Michelsberger Befundzusammenhängen. Den Auswirkungen der leichten Offsets in diesen Proben kann durch gewichtete Mittelwerte (Ward/Wilson 1978) der Kontrollmessungen – die für etwa die Hälfte der

angenommen Fälle vorliegen – entgegengewirkt werden, sowie durch die überwältigende Mehrzahl der Daten im Modell, die nicht davon beeinflusst wird. Auch die durch das Modell auferlegten Bedingungen schwächen die etwaigen Auswirkungen ab, die die beobachteten Offsets auf einen kleinen Anteil der Ergebnisse haben könnten. Kontrollmessungen in diesen beiden Laboren, die später im Laufe des ToTL-Projekts an Proben von anderen Fundplätzen durchgeführt wurden, lagen immer im Rahmen der statistischen Erwartungen.

Chronologische Modelle

Das neue Datierungsprogramm für Klingenberg wurde von Anfang an im Hinblick auf eine bayessche Analyse entworfen (Buck *et al.* 1996; Bayliss 2009). Das Prinzip der bayesschen Herangehensweise an die Interpretation von Daten beruht auf dem Satz von Bayes (Bayes 1763). Dieser besagt, dass neue Daten, die zu einem Problem gesammelt werden (die „standardisierten Likelihoods“), im Kontext bestehender Erfahrungen und Vorwissen zu diesem Problem („*a-priori*-Wahrscheinlichkeit“, oder Prior) analysiert werden. Die Kombination beider kann zu einem neuen Verständnis des Problems („*a-posteriori*-Wahrscheinlichkeit“, oder Posterior) führen, das dann wieder zum Vorwissen für ein späteres Modell werden kann. Die bayessche Analyse kombiniert also archäologische Informationen und Informationen aus der ¹⁴C-Datierung, indem beide als Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen ausgedrückt werden. In dieser Form werden auch die Posteriore beschrieben. Lindley (1985) bietet eine leicht verständliche Einführung in die Prinzipien der bayesschen Statistik und weitere archäologische Fallbeispiele werden von Buck *et al.* (1996) und Bayliss *et al.* (2007) vorgestellt. Eine vollständige Beschreibung der hier verwendeten Methoden findet sich bei Bronk Ramsey (1995; 2001; 2009), Bronk Ramsey und Lee (2013) und Bayliss *et al.* (2011).

Wenn Modelle archäologischer Chronologien entworfen werden, bilden kalibrierte Radiokarbondatierungen die Komponente der „standardisierten Likelihoods“ des Modells, während die Archäologie die „Prior“ beisteuert. Auf diese Weise werden die Radiokarbondaten im Licht archäologischer Informationen neu interpretiert, um Posteriore zu diesen Daten zu generieren. Solche Schätzungen ändern sich mit dem/den angewendeten Modell(en), und verschiedene Modelle können auf der Grundlage unterschiedlicher Interpretationen der gleichen Daten entworfen werden (Bayliss *et al.* 2007). Das Ziel der Modellbil-

Tab. 2: Radiokarbondaten. Die kalibrierten Daten in der Spalte „kalibrierte Spanne (2 σ)“ wurden mit dem Kurven-Schnitt-Verfahren (Stuiver und Reimer 1986) errechnet und werden wie von Mook (1986) empfohlen wiedergegeben: sie wurden auf das nächste Jahrzehnt aufgerundet wenn die Standardabweichung 25 oder mehr beträgt, auf die nächsten fünf Jahre aufgerundet, wenn die Standardabweichung unter 25 bleibt. Datierungen in der Spalte „Höchstes a-posteriori Dichteintervall (cal BC)“ sind vom bevorzugten Modell abgeleitet (Abb. 7–8 und 10–14) und auf fünf Jahre aufgerundet Sätze von Kontrollmessungen, deren gewichtete Mittel **fett** gedruckt sind, sind bei 95 % Wahrscheinlichkeit statistisch inkonsistent.

* Zeigt Messungen von Proben aus Michelsberger Befunden an, die sich als viel älter (meist LBK) erwiesen und nicht in den Modellen verwendet wurden.

| Labornummer | Referenznr. der Probe | Material | Kontext | ¹⁴ C-Alter (BP) | Gewichtetes Mittel | δ^{13} Cams (‰) | δ^{15} N (‰) | Verhältnis C/N | Kalibrierte Spanne (2 σ) | Höchstes a-posteriori Dichteintervall (cal BC) (95 % Wahrscheinlichkeit) |
|---------------------------------|-----------------------|--|--|----------------------------|--------------------|------------------------|---------------------|----------------|----------------------------------|--|
| Prä-michelsberg-zeitl. Kontexte | | | | | | | | | | |
| Hd-15714 | KL 288/1 | <i>Homo sapiens</i> . Vom Skelett eines 13- bis 14-jährigen Individuums (Wahl 2008, 708–16) | Grab 288. Mit LBK-Keramik (Seidel 2008b, 187). Überlagert Skelette 288/2 und /3 (Wahl 2008, 708–16) | 6200±55 | | -21.1 | | | 5310–4990 | – |
| Hd-16304 | KL 288/3 | <i>Homo sapiens</i> . Vom Skelett eines 5- bis 6-jährigen Individuums (Wahl 2008, 708–16) | Grab 288. Mit LBK-Keramik (Seidel 2008b, 187). Mit Skelett 288/2, unter Skelett 288/1 (Wahl 2008, 708–16) | 6066±53 | | -20.7 | | | 5210–4830 | – |
| Hd-16305 | | <i>Homo sapiens</i> . Vom Skelett eines 14- bis 15-jährigen Individuums (Wahl 2008, 708–13, 716) | Grab 55. Mit LBK-Keramik (Seidel 2008b, 136) | 5598±51 | | -21.4 | | | 4540–3440 | – |
| Hd-15618 | | <i>Homo sapiens</i> . Vom Skelett eines erwachsenen Mannes (Wahl 2008, 708–13, 716) | Grab 85. Mit LBK-Keramik (Seidel 2008b, 139) | 5975±75 | | -20.7 | | | 5050–4700 | – |
| MK III/IV Befunde | | | | | | | | | | |
| SUERC-55900 | KL 310 (Fund 219) | <i>Cervus elaphus</i> . 1. Phalanx, in Artikulation mit 2. Phalanx | Als aus 160a/189 stammend dokumentiert. Dies sind zwei ca. 40 m voneinander entfernte Gruben (Seidel 2008a, Abb. 220), beide mit MK III/IV Keramik (Seidel 2008b, 151–2, 164, Taf. 100: 1–3) | 5011±31 | | -21.2±0.2 | 6.1±0.3 | 3,2 | 3950–3700 | 3945–3795 |
| KIA-21432 | KL 242 a | <i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i> . 5 Körner | Grube 242 (Seidel 2008b, 178–170). Selber Kontext wie MAMS-20310. 179 Getreidekörner aus 188 pflanzlichen Makroresten, 7,5 verkohlte Pflanzenreste pro Liter beprobtes Sediment (Stika 1996a, Table 8). Keramik MK III/IV (Seidel 2008b, Taf. 107, 5–13) | 5047±42 | | -25.8±0.09 | | | 3970–3710 | 3955–3800 |

| | | | | | | |
|---------------------|------------------------|--|--|---------|------------|--|
| MAMS-20310 | KL 242 c | <i>Triticum</i> , freidreschend. 1 Korn | Wie KIA-21432 | 5110±22 | -20.2 | 3970–3910 (36 %) 3880–3805 (59 %) |
| SUERC-52381 | KL TS 36 (Fund 338) | <i>Canis familiaris</i> . Wirbel eines Welpen, von dem Schädelfragment, Unterkiefer dext., Schulterblatt sin., Radius sin.+dext., Ulna sin., Tibia sin., Atlas und Brustwirbel vorliegen (Stephan 2008, 266) | Wie KIA-21432 | 5088±28 | -20.5±0.2 | 3955–3890 (37 %) 3885–3805 (58 %) |
| Äußerer Graben | | | | | | |
| KIA-21428 | KL 264–6 | <i>Quercus</i> sp. Holzkohle. | Abschnitt 13–264–71, Teilstück 264. Selber Kontext wie MAMS-20329. Aus verbrannter Struktur. Ursprünglich Probe 15 (Seidel 2008a, Abb. 133: Holz-Probe „I“; Stika 1996a, Abb. 92: i). 199,4 m üNN | 4928±63 | -26.7±0.49 | 3940–3635 |
| MAMS-20329 | KL 264-i-2 | <i>Triticum</i> , freidreschend. 1 Korn | Abschnitt 13–264–71, Teilstück 264. Selber Kontext wie KIA-21428, unter MAMS-20327. Ursprünglich Probe 15 (Seidel 2008a, Abb. 133: Holz-Probe „I“; Stika 1996a, Abb. 92: i). 18 Getreidekörner, aus 84 pflanzlichen Makroresten. 16,8 pflanzliche Makroreste pro Liter beprobtes Sediment | 4890±24 | -22.6±0.2 | 3710–3640 (1 %) 3715–3660 (94 %) |
| SUERC-kein Ergebnis | KL 264-i-1 | <i>Triticum</i> , freidreschend. 1 Korn | Wie MAMS-20329 | | | |
| MAMS-20327 | KL 264–5-b-2 | 1 Getreidekorn | Abschnitt 13–264–71, Teilstück 264. Über KIA-21428, MAMS-20329; unter MAMS-20328, SUERC-52415. Ursprünglich Probe 14 (Stika 1996a, Abb. 92: h. 8 Getreidekörner aus 29 pflanzlichen Makroresten, 5,8 pflanzliche Makroreste pro Liter beprobtes Sediment (Stika 1996a, Tab. 12). 199,7 m üNN | 4915±24 | -18.4±0.2 | 3750–3655 (1 %) 3645 |
| SUERC-kein Ergebnis | KL 264–5-b-1 | 1 Getreidekorn | Wie MAMS-20327 | | | |

| Labornummer | Referenznr. der Probe | Material | Kontext | ¹⁴ C-Alter (BP) | Gewichtetes Mittel | δ ¹³ C _{org} (‰) | δ ¹⁵ N (‰) | Verhältnis C/N | Kalibrierte Spanne (2σ) | Höchstes a-posteriori Dichteintervall (cal BC) (95% Wahrscheinlichkeit) |
|-------------|--------------------------|--|---|----------------------------|--------------------|--------------------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------|---|
| SUERC-52415 | KL 264-5-d-1 | 1 Getreidekorn | Abschnitt 13-264-71, Teilstück 64. Über MAMS-20327 (Stika 1996a, Abb. 92: j); 7 Getreidekörner aus 17 pflanzlichen Makroreste, 3-4 pflanzliche Makroreste pro Liter beprobtes Sediment (Stika 1996a, Tab. 12), 200,5 m üNN | 4902±26 | | -23.2±0.2 | | | 3710-3640 | 3690-3640 |
| MAMS-20328 | KL 264-5-d-2 | 1 Getreidekorn | Wie SUERC-52415 | 4901±24 | | -18.6±0.2 | | | 3710-3640 | 3690-3645 |
| KIA-21429 | Ursprünglich Probe 264-5 | <i>Triticum monococcum/dicoc-cum</i> . 4 Körner | Abschnitt 13-264-71, Teilstück 264. Aus ähnlicher Tiefe wie KIA-21428 | 4878±29 | | -23.8±0.09 | | | 3710-3630 | 3705-3640 |
| KIA-21427 | Ursprünglich Dok 264-1 | Getreiderachis. 10 Fragmente | Abschnitt 13-264-71, Teilstück 264 (Stika 1996a, Abb. 93:f). Fundreiche Schicht über gebändertem Sohlpaket. 111 Getreidekörner aus 349 pflanzlichen Makroreste, 69,8 pflanzliche Makroreste pro Liter beprobtes Sediment (Stika 1996a, Tab. 12), 200,0-200,10 m üNN | 4926±34 | | -27.1±0.06 | | | 3780-3640 | 3770-3645 |
| SUERC-52416 | KL 264 III-3b | <i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i> . 1 Korn. | Wie KIA-21429 | 5061±29 | | -25.0 angenommen | | | 3960-3770 | 3955-3790 |
| SUERC-52419 | KL TS 27 (Fund 393) | <i>Bos primigenius</i> . Schaft der Ulna sin. eines erwachsenen Tieres, von dem Humerus sin. + dext. (mit Bratspuren), Ulnae und Radii sin. + dext. (mit Schnittspuren), 2 Metacarpi dext. vorliegen (Stephan 2008, 191) | Segment 74-212, Teilstück 212. Stratigraphische Lage ungenau. Wahrscheinlich von nahe der Sohle, da ohne die graue oder schwarze Färbung, die oft an Stücken aus humosen Schichten auftritt (Elisabeth Stephan Januar 2012) | 5053±32 | | -23.7±0.2 | 7.3±0.3 | 3,2 | 3960-3770 | 3805-3710 |

| | | | | | | | | | |
|----------------|----------------------------|--|--|---------|-----------|-----------|-----|---|--|
| SUERC-52420 | KL TS 37 (Fund 231) – (i) | <i>Canis familiaris</i> . Schädelfragmente eines erwachsenen Individuums, von dem Schädel und Unterkiefer vorliegen (Stephan 2008, 188, 268) | Abschnitt 214–165–194, Teilstück 165. Auf oder knapp über Sohle | 5109±32 | –20.2±0.2 | 10.7±0.3 | 3,2 | 3980–3800 | |
| MAMS-20332.1.1 | KL TS 37 (Fund 231) – (ii) | Kontrollmessung für SUERC-52420, MAMS-20332.1.2 | Wie SUERC-52420 | 4944±17 | –24.0±0.2 | 10.6±0.09 | 3,2 | 3775–3660 | 4984±14 T(5%)=6; T(5%)=21.1; v=2 3785–3710 |
| MAMS-20332.1.2 | KL TS 37 (Fund 231) – (ii) | Kontrollmessung für MAMS-20332.1.1, SUERC-52420 | Wie SUERC-52420 | 4992±24 | –24.0±0.2 | | | 3910–3705 | |
| MAMS-20331 | KL TS 17 (Fund 360) | <i>Canis familiaris</i> . Radius dext. eines erwachsenen Individuums, von dem Schädel, Unterkiefer und zahlreiche Knochen aller Skelettpartien vorliegen (Stephan 2008, 268) | Abschnitt 214–165–194, Teilstück 194, zwischen Oberfläche und 1 m Tiefe, stratigraphisch über Teilskelett 38 | 5017±17 | –20.1±0.2 | 10.4±0.09 | 3,2 | 3805–3760 (74%) 3940–3770 3745–3710 (21%) | |
| SUERC-55898 | KL TS 17 (Fund 360) a | Kontrollmessung von MAMS-20331 | Wie MAMS-20331 | 5056±32 | –19.5±0.2 | 10.3±0.3 | 3,2 | | |
| MAMS-20333 | KL TS 38 (Fund 261) | <i>Canis familiaris</i> . Fragment des Occiputs eines subadulten / erwachsenen Individuums, von dem Schädel, Unterkiefer, 2 Metacarpi vorliegen (Stephan 2008, 188, 268) | Abschnitt 214–165–194, Teilstück 194, Zwischen 1 m und 2 m tief, stratigraphisch unter Teilskelett 17 | 4917±19 | –20.7±0.2 | 10.1±0.09 | 3,3 | 3765–3725 (11%) 3720–3650 (84%) | |
| SUERC-55899 | KL TS 38 (Fund 261) a | Kontrollmessung von MAMS-20333 | Wie MAMS-20333 | 4974±32 | –19.3±0.2 | 10.2±0.3 | 3,2 | | |
| MAMS-20330 | KL TS 16 (Fund 497) – (ii) | <i>Cervus elaphus</i> . Brustwirbel eines subadulten-adulten Individuums, 7 Brust- und 5 Lendenwirbel eines Individuums vorhanden (Stephan 2008, 193) | Abschnitt 383–384, Teilstück 384, Aktion 26, unterste Schicht | 4901±18 | –34.1±0.2 | 6.5±0.09 | 3,2 | 3710–3645 3765–3740 (4%) 3720–3650 (91%) | |
| SUERC-52418 | KL TS 16 (Fund 497) – (i) | Kontrollmessung von MAMS-20330 | Wie MAMS-20330 | 5006±31 | –22.9±0.2 | 6.9±0.3 | 3,2 | 3940–3700 | |
| Hd-15523–16282 | | <i>Bos taurus</i> . Tibia, Einzelknochen | Abschnitt 425–426–427–428–429, Teilstück 425, gebändertes Sohlpaket | 5045±50 | –22.7 | | | 3970–3700 | 3805–3695 |
| MAMS-20334 | KL TS 44 (Fund 518) | <i>Canis familiaris</i> . Brustwirbel eines erwachsenen Rüden, von dem 5 Hals- und 2 Brustwirbel, 5 Rippen und der Penis Knochen vorhanden sind (Stephan 2008, 268) | Abschnitt 425–426–427–428–429, Teilstück 429. Verhältnis zu SUERC-52421 unklar | 5027±17 | –11.0±0.2 | | | 3940–3770 | 3005–3755 (72%) 3745–3710 (23%) |

| Labornummer | Referenznr. der Probe | Material | Kontext | ¹⁴ C-Alter (BP) | Gewichtetes Mittel | δ ¹³ Cams (‰) | δ ¹³ Cirms (‰) | δ ¹⁵ N (‰) | Verhältnis C/N | Kalibrierte Spanne (2σ) | Höchstes a-posteriori Dichteintervall (cal BC) (95 % Wahrscheinlichkeit) |
|----------------|-----------------------------------|---|--|----------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------|------------------------------------|--|
| SUERC-52421 | KL TS 39 (Fund 549) | <i>Canis familiaris</i> . Femur sin. eines erwachsenen Individuums, von dem Schulterblatt dext., Humerus dext., Radius dext., Ulna dext., Tibia sin., Hüftfragmente, Sacrum und Lendenwirbel, Rippen vorhanden sind (Stephan 2008, 268) | Abschnitt 425–426–427–428–429, Teilstück 429. Aktion 10, unterste Schicht. Verhältnis zu MAMS-20334 unklar | 5007±31 | | -20.3±0.2 | 8.6±0.3 | 3,2 | 3940–3700 | 3800–3705 | |
| Innerer Graben | | | | | | | | | | | |
| KIA-21425 | 169, 1. Holzversturz/ Brett 1 | <i>Quercus</i> sp. Holzkohle von Brett | Abschnitt 225–169–195, Teilstück 169. Brandschicht | 4926±29 | | -24.7±0.15 | | | 3780–3640 | 3765–3650 | |
| KIA-21426 | 169, 5. Holzversturz/ Rdholz 5 | <i>Quercus</i> sp. Holzkohle von Rundholz | Wie KIA-21425 | 4832±49 | | -28.2±0.30 | | | 3710–3520 | 3750–3745 (1%) 3715–3630 (94%) | |
| KIA-21423 | KL 169 IX-3-a | <i>Hordeum</i> sp. 5 Körner | Abschnitt 225–169–195, Teilstück 169. Über dem Holz, selbe Schicht wie KIA-21424 (Stika 1996a, Abb. 96: j). 64 Getreidekörner aus 328 pflanzlichen Makroresten, 65,6 pflanzliche Makroreste pro Liter beprobtes Sediment | 4936±28 | | -23.7±0.15 | | | 3780–3650 | 3770–3650 | |
| SUERC-52410 | KL 169 a-1 | <i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i> . 1 Korn | Wie KIA-21423 | 5105±25 | | -24.9±0.2 | | | 3970–3800 | 3970–3910 (38%) 3880–3800 (57%) | |
| MAMS-20326 | KL 169 a-2 | <i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i> . 1 Korn | Wie KIA-21423 | 4960±23 | | -22.3±0.2 | | | 3790–3660 | 3785–3690 (90%) 3685–3665 (5%) | |
| *KIA-21424 | KL 169-b | <i>Triticum monococcum</i> . 5 Körner | Abschnitt 225–169–195, Teilstück 169. Aus selber Schicht wie KIA-21423 (Stika 1996a, Abb. 96: k) | 6132±28 | | -24.1±0.2 | | | 5210–4990 | - | |

| | | | | | | | |
|--------------|---------------------|---|---|---------|------------|-----------|--|
| *KIA-21421 | KL 169e | <i>Triticum dicoccum</i> . 5 Körner | Segment 225–169–195, Teilstück 169. Nahe der Sohle in Schicht aus Löss, Holzkohle, Getreide, aber keine Konzentration verkohlten Materials | 6076±34 | -17.1±0.21 | 5200–4850 | - |
| *KIA-21436 | KL 169e | <i>Pisum sativum</i> . 5 Samen | Wie KIA-21421 | 6178±32 | -21.5±0.15 | 5230–5020 | - |
| *KIA-21422 | KL 169-f | <i>Pisum sativum</i> . 5 Samen | Wie KIA-21421 | 6128±30 | -26.1±0.19 | 5210–4980 | - |
| SUERC-52408 | KL 169 VIII-3-c-1 | <i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i> . 1 Korn | Abschnitt 225–169–195, Teilstück 169. Laut Dokumentation: „Viele Körner bei Scherben“, Brandhorizont | 4975±30 | -24.4±0.2 | 3900–3660 | 3795–3690 (92 %) 3680–3665 (3 %) |
| MAMS-20324 | KL 169 VIII-3-c-2 | <i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i> . 1 Korn | Wie SUERC-52408 | 4952±23 | -23.9±0.2 | 3785–3655 | 3780–3660 |
| *SUERC-52409 | KL 169 IX-3-d-1 | <i>Triticum dicoccum</i> . 1 Korn | Abschnitt 225–169–195, Teilstück 169. In selber Schicht wie, aber höher als, SUERC-52408, MAMS-20324, über der Schicht mit KIA-21423, -21424 (Stika 1996a, Abb. 95:m). Die Schicht mit diesen Proben könnte sich über einen längeren Zeitraum durch von der Oberfläche einfallendes Material gebildet haben | 6096±29 | -23.6±0.2 | 5210–4930 | - |
| *MAMS-20325 | KL 169 IX-3-d-2 | <i>Triticum dicoccum</i> . 1 Korn | Wie SUERC-52409 | 6138±25 | -21.9±0.2 | 5210–4995 | - |
| SUERC-52406 | KL TS 50 (Fund 645) | <i>Canis familiaris</i> . Halswirbel eines subadulten/adulten Individuums, von dem Schädel, Unterkiefer, 2 Halswirbel vortliegen (Stephan 2008, 188, 268) | Abschnitt 435–436–437–438–439, Teilstück 435. Aktion 14, an oder knapp über der Sohle, stratigraphisch unter SUERC-52401, MAMS-20320 | 4958±31 | -20.7±0.2 | 3800–3650 | 3795–3705 |
| SUERC-52401 | KL 435 a-1 | <i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i> . 1 Korn | Abschnitt 435–436–437–438–439, Teilstück 435. Aktion 15, stratigraphisch über SUERC-52406. 1820 Getreidekörner, 365 verkohlte Pflanzenreste pro Liter beprobtes Sediment (Stika 1996a, Tab. 9) | 4968±29 | -25.1±0.2 | 3900–3660 | 3770–3660 |
| MAMS-20320 | KL 435 a-2 | <i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i> . 1 Korn | Wie SUERC-52401 | 4919±23 | -23.4±0.2 | 3760–3645 | 3750–3740 (1 %) 3735–3725 (1 %) 3720–3645 (93 %) |

| Labornummer | Referenznr. der Probe | Material | Kontext | ¹⁴ C-Alter (BP) | Gewichtetes Mittel | $\delta^{13}\text{C}_{\text{AMS}}$ (‰) | $\delta^{15}\text{N}$ (‰) | Verhältnis C/N | Kalibrierte Spanne (2 σ) | Höchstes a-posteriori Dichteintervall (cal BC) (95% Wahrscheinlichkeit) |
|--|------------------------------|---|--|----------------------------|---|--|---------------------------|----------------|----------------------------------|---|
| Hd-15526-16352 | | <i>Bos taurus</i> . Tibia, Einzelknochen | Abschnitt 435-436-437-438-439, Teilstück 436. Unterste Schicht | 4883±30 | | -21.95 | | | 3710-3630 | 3710-3640 |
| MAMS-20321 | KL TS 15 (Fund 800) | <i>Canis familiaris</i> . Lendenwirbel eines größtenteils erhaltenen erwachsenen Hundes (Stephan 2008, 268) | Abschnitt 435-436-437-438-439, Teilstück 439. Auf oder knapp über der Sohle | 4875±17 | 4902±16 T'=11.2; T'(5%)=3.8; v=1 | -26.2±0.2 | 8.6±0.09 | 3,2 | 3695-3640 | 3705-3650 |
| SUERC-55896 | KL TS 15 (Fund 800) b | Kontrollmessung von MAMS-20321 | Wie MAMS-20321 | 4996±32 | | -19.7±0.2 | 9.0±0.3 | 3,2 | 3940-3700 | |
| SUERC-52405 | KL TS 14/1 (Fund 825) | <i>Canis familiaris</i> . Radius dext. des kleineren von 2 erwachsenen Rüden (TS 14/1 und 14/2), beide größtenteils erhalten (Stephan 2008, 191, 268-9). Datenbanknr. 21755 | Abschnitt 441-442, Teilstück 441. Wohl von der Sohle | 5026±32 | 4994±19 T'=1.5; T'(5%)=3.8; v=1 | -20.3±0.2 | 8.9±0.3 | 3,2 | 3895-3705 | 3790-3710 |
| MAMS-21978 | KL TS 14/1 (Fund 825) - (ii) | Kontrollmessung von SUERC-52405 | Wie SUERC-52405 | 4979±22 | | -22.4±0.2 | | 3,1 | | |
| SUERC-55897 | KL TS 14/2 (Fund 825) a | <i>Canis familiaris</i> . Radius dext. des größeren von 2 erwachsenen Rüden (TS 14/1 und 14/2), beide größtenteils erhalten (Stephan 2008, 191, 268-9). Datenbanknr. 27766 | Wie SUERC-52405 | 5019±32 | 5026±19 T'=0.1; T'(5%)=3.8; v=1 | -21.7±0.2 | 10.5±0.3 | 3,2 | 3940-3765 | 3805-3755 (67%) 3750-3710 (28%) |
| MAMS-21979 | KL TS 14/2 (Fund 825) b | Kontrollmessung von SUERC-55897 | Wie SUERC-52405 | 5030±22 | | -21.0±0.2 | | 3,1 | | |
| MKV/Mz Befunde im Inneren des Erdwerks | | | | | | | | | | |
| MAMS-20322 | KL 6150 (Fund 101) | <i>Bos taurus</i> . vollständig, gut erhaltener, Calcaneus, Einzelknochen | Grube 93 (Seidel 2008a, Abb. 187: 1; Seidel 2008b, 139-40). Im Inneren des Erdwerks, in einem Bereich, der vom Wall bedeckt gewesen sein könnte. Keramik MKV/Mz. Ansammlung von fünf Tonbrüsten auf der Sohle (Seidel 2008a, Abb. 230-5) | 5079±17 | | -23.0±0.2 | 6.1±0.09 | 3,2 | 3960-3795 | 3960-3900 (28%) 3885-3800 (67%) |

| | | | | | | | | | |
|----------------|---------------------------|--|---|---------|------------|------------|----------|-----------|-----------------------------------|
| SUERC-52380 | KL TS 43 (Fund 159) | <i>Canis familiaris</i> . Rippe eines subadulten/adulten Individuums, von dem Schulterblatt sin. + dext. und 10 Rippen vorhanden sind (Stephan 2008, 188, 266) | Grube 116. Aus der untersten Schicht der Grube, die sich im O mit der flacheren Grube 129 überschneidet (Seidel 2008a, Abb. 192; Seidel 2008b, 142–144). Keramik MK V/Mz (Seidel 2008b, Taf. 98: 20–5) | 4989±31 | -20.4±0.2 | 10.1±0.3 | 3,2 | 3940–3690 | 3800–3695 |
| *MAMS-20323 | KL 3943 (Fund 200) – (ii) | <i>Bos primigenius</i> . Metacarpus, Einzelknochen | Grube 170 (Seidel 2008b, 156–7). Im Inneren des Erdwerks, in einem Bereich, der vom Wall bedeckt gewesen sein könnte. Keramik MK V/Mz | 6140±18 | -19.6±0.2 | -20.0±0.08 | 7.3±0.09 | 3,2 | - |
| *SUERC-52407 | KL 3943 (Fund 200) – (i) | Kontrollmessung von MAMS-20323 | Wie MAMS-20323 | 6111±33 | -20.3±0.2 | 7.8±0.3 | 3,2 | 5210–5000 | |
| Hd-15522–16384 | | <i>Bos taurus</i> . Tibia, Einzelknochen | Grube 171 (Seidel 2008b, 157–9). Im Inneren des Erdwerks, in einem Bereich, der vom Wall bedeckt gewesen sein könnte (Seidel 2008a, 223). Keramik MK V/Mz (Seidel 2008b, Taf. 100: 4–16) | 4903±29 | -21.2 | | | 3720–3640 | 3765–3740 (3%) 3720–3640 (92%) |
| KIA-21431 | | <i>Triticum monococcum/dicoccurum</i> . 2 Körner und 2 Rachis-Fragmente | Grube 236 (Seidel 2008b, 174–5). Getreide eher aus Ascheschicht denn aus der Konzentration verkohlten botanischen Materials. Keramik MK V/Mz (Seidel 2008b, Taf. 104: 1–7, 9–14) | 4858±41 | -22.9±0.05 | | | 3710–3530 | 3715–3635 |
| *KIA-21433 | | <i>Pisum sativum</i> . 5 Samen | Grube 238 (Seidel 2008a, Abb. 197: 3; Seidel 2008b, 175–7). Probe 238c Keramik MK V/Mz (Seidel 2008b, Taf. 105) | 6060±32 | -22.2±0.16 | | | 5060–4840 | - |
| MAMS-20309 | KL TS 42 (Fund 265) | <i>Canis familiaris</i> . Schädelfragment eines Neugeborenen, von dem Schädelfragmente, Unterkiefer und andere Knochen vorhanden sind (Stephan 2008, 267) | Wie KIA-21433 | 4839±17 | -27.7±0.2 | -21.6±0.08 | 7.7±0.09 | 3,2 | 3655–3635 |
| SUERC-52385 | KL 271 e-1 | <i>Triticum</i> , freidreschend. 1 Korn | Grube 271, 1,65 m Durchmesser, 0,94 m tief, Probe von nahe der Sohle (Stika 1996a, Abb. 84; Seidel 2008b, 184–5). 1748 Getreidekörner, 35,5 verkohlte Pflanzenreste pro Liter beprobtes Sediment (Stika 1996a, Tab. 8). Keramik MK V/Mz, Steinaxt mit Geweizwischenfutter (Seidel 2008b, 223, Taf. 108: 6, Taf. 109: 1–6) | 4925±29 | -24.8±0.2 | | | 3780–3640 | 3765–3650 |

| Labornummer | Referenznr. der Probe | Material | Kontext | ¹⁴ C-Alter (BP) | Gewichtetes Mittel | δ ¹³ Cams (‰) | δ ¹³ Cirms (‰) | δ ¹⁵ N (‰) | Verhältnis C/N | Kalibrierte Spanne (2σ) | Höchstes a-posteriori Dichteintervall (cal BC) (95% Wahrscheinlichkeit) |
|---------------------------------------|-----------------------|--|--|----------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------|---|
| MAMS-20311 | KL 271 e-2 | <i>Triticum</i> , freidreschend. 1 Korn | Wie SUERC-52385 | 5000±23 | -22.7±0.2 | | | | | 3930–3705 | 3795–3710 |
| SUERC-52386 | KL 272 g-1 | <i>Triticum</i> , freidreschend. 1 Korn | Grube 272 (Seidel 2008b, 185–186). Botanische Probe g war näher an der Sohle (Stika 1996a, Abb. 86). 390 Getreidekörner, 12,5 verkohlte Pflanzenreste pro Liter beprobtes Sediment (Stika 1996a, Tab. 8). Keramik MK V | 4964±26 | -25.1±0.2 | | | | | 3800–3660 | 3790–3690 (91%) 3685–3665 (4%) |
| MAMS-20313 | KL 272 g-2 | <i>Triticum</i> , freidreschend. 1 Korn | Wie SUERC-52386 | 4950±23 | -24.0±0.2 | | | | | 3785–3655 | 3775–3660 |
| SUERC-55895 | KL TS 31 (Fund 385) | <i>Cervus elaphus</i> . Männlich, subadult/adult, Geweihsprosse sin., mit Geweihsprosse dext. gefunden, beide am Schädel anhaftend (Stephan 2008, 192). Datenbanknr. 6180 | Grube 305 (Seidel 2008b, 191–3, Taf. 110: 1–12). Keramik MK V/Mz mit etwas MK III | 4993±32 | -21.8±0.2 | | | 6.3±0.3 | 3,3 | 3940–3960 | 3800–3700 |
| Hd-15528–16337 | | <i>Bos taurus</i> . Tibia, Einzelknochen | Grube 346 (Seidel 20081, Abb. 186: 7). Keramik MK V/Mz (Seidel 2008b, Taf. 120–1) | 4896±67 | -22.6 | | | | | 3900–3530 | 3915–3875 (4%) 3805–3635 (91%) |
| MAMS-20312 | KL TS 41 (Fund 416) | <i>Canis familiaris</i> . Ulna dext. eines Welpen, von dem der fast vollständige Schädel, Unterkiefer, Vorderextremitäten, Wirbel vorhanden sind (Stephan 2008, 266). Einige Wirbel und Rippen werden von Sinter im anatomischen Zusammenhang gehalten | Grube 357 (Seidel 2008b, 217–218). Hundeknochen auf Sohle. Keramik MK V/Mz | 4950±18 | -21.3±0.2 | | | 10.9±0.08 | 3,2 | 3775–3660 | 3775–3660 |
| MKV/Mz Befunde außerhalb des Erdwerks | | | | | | | | | | | |
| SUERC-52387 | KL 256 a-1 | <i>Triticum</i> , freidreschend. 1 Korn | Grube 256 (Stika 1996a, Abb. 82; Seidel 2008b, 182). Probe aus unterster Schicht. 271 Getreidekörner, 7,2 verkohlte Pflanzenreste pro Liter beprobtes Sediment (Stika 1996a, Tab. 8). Keramik MK V/Mz (Seidel 2008b, Taf. 106: 10–11; Taf. 107: 1–4) | 5075±28 | -23.2±0.2 | | | | | 3970–3790 | 3960–3795 |

| | | | | | | |
|----------------|----------------------------|---|---|---------|------------|---|
| MAMS-20314 | KL 256 a-2 | <i>Triticum</i> , freidreschend. 1 Korn | Wie SUERC-52387 | 4925±23 | -24.0±0.2 | 3765–3725 (11 %) 3720–3650 (84 %) |
| MAMS-20318.1.1 | KL TS 25 (Fund 466) – (ii) | <i>Canis familiaris</i> . Humerus sin. eines erwachsenen Rüden, von dem Schädel, Unterkiefer, zahlreiche Knochen aller Körperpartien vorhanden sind (Stephan 2008, 266) | Grube 408 (Seidel 2008b, Abb. 186: 8). Position der Hundeknochen in der Grube unbekannt. Keramik MKV/Mz (Seidel 2008b, Taf. 128) | 4907±17 | -23.1±0.2 | 3710–3645 |
| MAMS-20318.1.2 | KL TS 25 (Fund 466) – (ii) | Kontrollmessung von MAMS-20318.1.1, SUERC-52388 | Wie MAMS-20318.1.1 | 4941±21 | -23.1±0.2 | 3775–3655 |
| SUERC-52388 | KL TS 25 (Fund 466) – (i) | Kontrollmessung von MAMS-20318.1.1, MAMS-20318.1.2 | Wie MAMS-20318.1.1 | 5040±31 | -20.5±0.2 | 3960–3710 |
| *KIA-21434 | | <i>Solanum nigrum</i> (Schwarzer Nachtschatten). 5 Samen | Grube 452 (Seidel 2008b, 238–239). Nicht aus der Konzentration verkohlten Pflanzenmaterials. Keramik MKV/Mz (Seidel 2008b Taf. 130:9–13, Taf. 131: 1–5) | 5702±28 | -25.0±0.05 | 4620–4460 |
| KIA-21435 | | <i>Quercus</i> sp. Einzelnes Holzkohlefragment | Grube 478 (Seidel 2008b, 246–247). Konzentration verkohlten Materials im untersten Drittel der Verfüllung. Keramik MKV/Mz (Seidel 2008b, Taf. 134, 135: 1–2) | 4907±34 | -24.5±0.06 | 3770–3640 |
| SUERC-52389 | KL TS 2 (Fund 562) | <i>Canis familiaris</i> . Schädelfragment eines Welpen, von dem Schädelfragmente, Unterkiefer, Knochen aller Körperpartien vorhanden sind (Stephan 2008, 266) | Grube 483 (Seidel 2008b, 248–9). Profil zeigt Knochen in Schicht 2 von 3; sie könnten die Knochen des Welpen sein. Keramik MKV/Mz (Seidel 2008b, Taf. 135: 3–10) | 4913±29 | -21.6±0.2 | 3770–3640 |
| KIA-22469 | KL 20448 (Fund 563) | <i>Cervus elaphus</i> . Metatarsus, Einzelknochen | Grube 484 (Seidel 2008b, 249–50). Keramik MKV/Mz (Seidel 2008b, Taf. 136) | 5019±36 | -22.5±0.26 | 3950–3700 |
| KIA-22467 | KL 19478 (Fund 578) | <i>Sus domesticus</i> . Humerus, Einzelknochen | Datum und Labornummer von Laborzertifikat übernommen, Korrigiert Seidel 2008a, 247–8: KIA-21469 Grube 494 (Seidel 2008a, Abb. 193, 194; Seidel 2008b, 254–6). Keramik MKV/Mz (Seidel 2008b, Taf. 139, 140: 3–7) Labornummer von Laborzertifikat übernommen, Korrigiert Seidel 2008a, 247–8: KIA-21467 | 4994±25 | -19.6±0.08 | 3920–3700 3930–3875 (12 %) 3805–3700 (83 %) |

| Labornummer | Referenznr. der Probe | Material | Kontext | ¹⁴ C-Alter (BP) | Gewichtetes Mittel | δ ¹³ Cams (‰) | δ ¹³ Cirms (‰) | δ ¹⁵ N (‰) | Verhältnis C/N | Kalibrierte Spanne (2σ) | Höchstes a-posteriori Dichteintervall (cal BC) (95% Wahrscheinlichkeit) |
|----------------|------------------------|--|--|----------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------|---|
| SUERC-52390 | KL TS 40 (Fund 587) | <i>Canis familiaris</i> . Oberkiefer eines adulten Tieres mit 1. und 2. Halswirbel (Stephan 2008, 188, 266) | Grube 499 (Seidel 2008b, 257–8). Hundeknochen auf Sohle. Keramik MK V/Mz (Seidel 2008b, Taf. 140: 3–7) | 4908±31 | | -20.3±0.2 | | 11.1±0.3 | 3,2 | 3770–3640 | 3765–3725 (8%) 3720–3640 (87%) |
| MAMS-19231 | KL Fund 588 | <i>Homo sapiens</i> . Neonatus, von dem ca. 40 Knochen des Schädels, Oberkörpers, der Arme und der Hüfte vorliegen (Wahl 2008, 721) | Grube 500 (Seidel 2008a, 258–9). Keramik MK V/Mz (Seidel 2008b, Taf. 140: 8–13) | 4888±28 | | -18.9 | | | | 3720–3640 | 3710–3640 |
| Hd-15524–16283 | | <i>Bos taurus</i> . Tibia, Einzelknochen | Grube 505 (Seidel 2008b, 261). Keramik nicht näher ansprechbar als MK/Mz, Taf. 143: 1–9) | 4898±53 | | -21.6 | | | | 3790–3540 | 3785–3640 |
| MAMS-20315 | KL TS 11 (Fund 663) | <i>Canis familiaris</i> . Humerus sin. eines erwachsenen Individuums, von dem Schädel, Unterkiefer, zahlreiche Knochen aller Körperpartien vorliegen (Stephan 2008, 267) | Grube 567 (Seidel 2008b, 282). Keramik MK V/Mz | 4948±17 | | -18.3±0.2 | | 9.8±0.09 | 3,2 | 3775–3660 | 3775–3660 |
| SUERC-52391 | KL TS 10 (Fund 704) | <i>Canis familiaris</i> . Ulna dext. eines erwachsenen Rüden, von dem Schädel, Unterkiefer, zahlreiche Knoche aller Körperpartien vorliegen (Stephan 2008, 266) | Grube 616 (Seidel 2008b, 294). Hundeknochen auf Sohle, an S Seite. Keramik MK IV/V (Seidel 2008b, 294, Taf. 159: 1) | 4911±31 | | -21.3±0.2 | | 9.9±0.3 | 3,2 | 3770–3640 | 3765–3640 |
| MAMS-20316 | KL TS 13/28 (Fund 752) | <i>Canis familiaris</i> . Ulna eines kompletten, erwachsenen Rüden (Seidel 2008, Abb. 204). Als Teilskelett 13 des Innengrabens publiziert (Stephan 2008, 268) | Grube 657. Artikuliertes Hundeskelett c. 0.3 m über der Sohle, neben großem Vorratsgefäß (Seidel 2008a, Abb. 204; 2008b, 303). Keramik MK V/Mz mit Cor-tailod/Pfyn Typen (Seidel 2008b, Taf. 158: 1–2) | 4974±17 | | -15.4±0.2 | | 8.9±0.09 | 3,2 | 3795–3700 | 3785–3705 |
| | | | Die Originalaufzeichnungen zeigen, dass dieses Skelett (Fund 752) aus Grube 657 stammt, obwohl es als im Innengrabens liegend publiziert ist | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------------|--|--|---------|------------|------------|-----------|-----|---|
| MAMS-20317 | KL TS 24 (Fund 746) | <i>Canis familiaris</i> . Radius dext. eines erwachsenen Individuums, von dem Schädel und Unterkieferfragmente, zahlreiche Knochen aller Körperpartien vorliegen (Stephan 2008, 267) | Grube 660 (Seidel 2008b, 303). Keramik MK V/IMz | 4955±17 | -21.9±0.2 | -21.2±0.08 | 10.0±0.09 | 3,2 | 3780–3690 (91 %) 3685–3665 (4 %) |
| SUERC-52395 | KL TS 49 (Fund 761) | <i>Canis familiaris</i> . Radius eines Jungtieres, von dem Ober- und Unterkiefer, Humerus sin.-dext., Radius dext., Ulna sin., Tibia dext. vorliegen (Stephan 2008, 268) | Grube 669 (Seidel 2008b, 306–307). Position der Skelettreste unbekannt. Keramik MK IV/V (Seidel 2008b, 306, Taf. 161: 5–6) | 4927±29 | -20.0±0.2 | -20.0±0.2 | 10.3±0.3 | 3,2 | 3780–3640 3765–3650 |
| KIA-22468 | KL 24695 (Fund 751) | <i>Sus domesticus</i> . Humerus, Einzelknochen | Grube 672 (Seidel 2008b, 308). Cu Ahle (Seidel 2008a, 311–15). Keramik MK V/IMz (Seidel 2008b, Taf. 161: 1–3) | 5011±32 | -20.0±0.21 | | | | 3950–3700 3945–3855 (36 %) 3825–3705 (59 %) |
| MAMS-20319 | KL TS 46 (Fund 750) – (ii) | <i>Canis familiaris</i> . Femur eines größtenteils erhaltenen Jungtieres (Stephan 2008, 267) | Grube 677 (Seidel 2008b, 309–310). Keramik MK IV/V (Seidel 2008b, Taf. 161: 4) | 4930±18 | -25.5±0.2 | -21.8±0.08 | 8.9±0.09 | 3,2 | 3770–3655 3765–3659 |
| SUERC-52396 | KL TS 46 (Fund 750) – (i) | Kontrollmessung von MAMS-20319 | Wie MAMS-20319 | 4970±31 | | -22.4±0.2 | 8.5±0.3 | 3,2 | |
| SUERC-52417 | KL 9615 (Fund 55) | <i>Bos taurus</i> . Metatarsus, Einzelknochen | Grube 73, zwischen Teilstücken 74 und 71 des Außengrabens und knapp davor (Seidel 2008a, Abb. 186: 1; Seidel 2008b, 137). Keramik MK V/IMz (Seidel 2008b, Taf. 98: 1–10) | 4896±31 | | -22.1±0.2 | 7.4±0.3 | 3,2 | 3720–3630 3760–3740 (3 %) 3715–3640 (92 %) |
| Befunde zwischen den Erdwerksgräben | | | | | | | | | |
| SUERC-52379 | KL 16363 (Fund 477) | <i>Bos taurus</i> . Tibia, Einzelknochen, ein anderes Tier als Probe MAMS-20308 | Grube 385 (Seidel 2008b, 227). Keramik MK V/IMz | 4962±29 | | -22.1±0.2 | 6.9±0.3 | 3,2 | 3800–3650 3795–3660 |
| MAMS-20308 | KL 26463 (Fund 610) | <i>Bos taurus</i> . Tibia, Einzelknochen, ein anderes Tier als Probe SUERC-52379 | Grube 513 (Seidel 2008b, 264). Keramik MK V/IMz | 5072±17 | -20.1±0.2 | -20.5±0.08 | 5.7±0.09 | 3,2 | 3960–3795 3955–3895 (31 %) 3885–3800 (64 %) |

| Labornummer | Referenznr. der Probe | Material | Kontext | ¹⁴ C-Alter (BP) | Gewichtetes Mittel | δ ¹³ C _{org} (‰) | δ ¹⁵ N (‰) | Verhältnis C/N | Kalibrierte Spanne (2σ) | Höchstes a-posteriori Dichteintervall (cal BC) (95% Wahrscheinlichkeit) |
|----------------------------------|-----------------------|--|---|----------------------------|--------------------|--------------------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------|---|
| KIA-21430 | | <i>Triticum monococcum</i> . 1 Korn | Grube 77 (Seidel 2008a, Abb. 189: 3; Seidel 2008b, 138). Einzelnes Korn, nicht aus Konzentration, insgesamt nur 4 Körner vorhanden (Inf. H.-P. Stika). Keramik MK V/Mz (Seidel 2008b, Taf. 98: 11–19) | 4993±34 | | -24.91±0.07 | | | 3940–3690 | 3800–3695 |
| Post-michelsberg-zeitl. Kontexte | | | | | | | | | | |
| KIA-22466 | KL 11115 (Fund 388) | <i>Bos taurus</i> . Metapodium, Einzelknochen | Grube 34.2. Keramik der Böckinger Gruppe (Glockenbechersiedlungs- bzw. -begleitkeramik) (Seidel 2008a, 334–336; Seidel 2008b, Taf. 174) | 3979±28 | | -20.29±13 | | | 2580–2460 | – |
| Hd-13652 | | <i>Homo sapiens</i> . Von Skelett eines älteren Mannes (Wahl 2008, 708–13, 717–18) | Grab 514. Flachgrab, gedrungener Glockenbecher, in 2 Fragmente zerbrochene Armschutzplatte, Scherben von 2 weiteren Gefäßen (Seidel 2008a, 332–4; Seidel 2008b, Taf. 173) | 3817±31 | | -20.52 | | | 2410–2140 | – |

dung ist es, von den Zeitpunkten, an denen die einzelnen Proben den Kohlenstoffzyklus verlassen haben, zu einer Datierung der mit diesen Proben assoziierten archäologisch fassbaren Ereignisse zu gelangen.

Priore fallen in zwei große Gruppen: Informative und nicht informative. Informative Priore, die bei der Modellbildung mit Daten aus archäologischen Zusammenhängen verwendet werden, basieren oft auf den stratigraphischen Zusammenhängen zwischen den Schichten, aus denen die einzelnen Proben stammen. In Abb. 11 werden beispielsweise die Daten aus Befund 435 durch die existierende Information eingeschränkt, dass *SUERC-52406* früher ist als *SUERC-52401* und *MAMS-20320*. Ein oft verwendeter nicht informativer Prior ist, dass die datierten Proben eine mehr oder weniger kontinuierliche Aktivitätsphase abdecken, wie beispielsweise den Bau und die Nutzung des MK V/Munzingen Erdwerkes und der zugehörigen Gruben (Abb. 7), und mehr oder weniger gleichmäßig über diese Phase verteilt sind, ohne dass sie deswegen zwangsläufig das älteste oder jüngste Material dieser Phase mit einschließen müssen (Buck *et al.* 1992). Diese Annahme ist notwendig, um die den Radiokarbondatierungen innewohnende Streuung einzuschränken, die andernfalls dazu führen würde, dass Aktivitätsepisoden so wirken, als würden sie früher beginnen, länger anhalten und später enden, als es eigentlich der Fall war (Steier/Rom 2000). In diesem Sinn bezeichnet „Phase“ lediglich eine Gruppe zusammenhängender Daten ohne innere Abfolge.

Das Modell wird in OxCal definiert, wobei die einzelnen ^{14}C -Daten und die bekannte relativ-chronologische Abfolge der Proben eingeht. Nachdem die kalibrierten Wahrscheinlichkeitsverteilungen der einzelnen ^{14}C -Alter errechnet worden sind, versucht das Programm, diese Verteilungen mit der *a-priori*-Information in Einklang zu bringen, indem für jede Verteilung wiederholt Stichproben gezogen werden, um eine mit der Modellstruktur konsistente Reihe an Lösungen aufzubauen. Dies geschieht durch ein zufälliges Stichprobenverfahren (Markov Chain Monte Carlo oder MCMC), das einen repräsentativen Satz möglicher Datierungen generiert. Dieser Prozess produziert für das kalendarische Alter jeder Probe eine *a-posteriori*-Dichteverteilung, die nur einen Teil der kalibrierten Wahrscheinlichkeitsverteilung einnimmt. In den Abbildungen in diesem Bericht sind die *a-posteriori*-Dichteverteilungen in einem dunkleren und die kalibrierten Radiokarbondaten, aus denen die Stichproben genommen wurden, in einem helleren Farbton dargestellt. Das Modell kann auch *a-posteriori*-Verteilungen für Ereignisse errechnen, die nicht direkt mit bestimmten Radiokarbondatierungen verknüpft sind. Dazu gehören Schätzun-

gen für den Anfang und das Ende von Aktivitätsphasen (z. B. Abb. 13: Beginn MK V/Mz Gruben außerhalb des Erdwerkes). Durch das Errechnen der Differenz zwischen solchen Parametern können die Dauer bestimmter Aktivitätsphasen (also die Differenz zwischen deren Anfang und Ende (z. B. Abb. 17: Nutzung MK V/Mz Gruben außerhalb des Erdwerkes) und die Intervalle zwischen bestimmten Ereignissen (z. B. Abb. 18: Gruben Innenraum/Gruben Außenraum) abgeschätzt werden. In letzterem Fall können diese Schätzungen teilweise negativ ausfallen, wenn die Abfolge der datierten Ereignisse selbst unklar ist.

Die höchsten *a-posteriori*-Dichteintervalle, also die Datierungsspannen, die die *a-posteriori*-Verteilungen zu einem bestimmten Wahrscheinlichkeitsgrad beschreiben, werden konventionellerweise kursiv gedruckt (z. B. „3790–3675 *cal BC*“) um sie klar von einfachen kalibrierten Radiokarbondaten zu unterscheiden. Jede *a-posteriori*-Verteilung hat einen Parameternamen, der auch kursiv gedruckt ist. In manchen Fällen (z. B. *Beginn MK V/Mz Gruben außerhalb des Erdwerkes*) sind dies spezifische Bezeichnungen, aber sonst dient der Kursivdruck dazu, die *a-posteriori*-Verteilung einer bestimmten ^{14}C -Probe (z. B. *MAMS-20317*) und die einfache kalibrierte ^{14}C -Datierung dieser Probe (also *MAMS-20317*) zu unterscheiden.

Die von OxCal errechneten statistischen Werte geben einen Hinweis auf die Verlässlichkeit eines Modells. Einer ist der individuelle Übereinstimmungsindex, der die Kompatibilität der *a-priori*- und *a-posteriori*-Verteilungen ausdrückt (z. B. Abb. 13: *MAMS-20137 [A: 100]*). Liegt die *a-posteriori*-Verteilung in einer Region der *a-priori*-Verteilung mit hoher Wahrscheinlichkeit, ist der Übereinstimmungsindex hoch (manchmal 100 oder höher). Fällt der Übereinstimmungsindex unter 60 (ein Schwellenwert, der der 95 % Signifikanz in einem χ^2 -Test entspricht), dann muss die Stellung dieser ^{14}C -Datierung im Modell noch einmal überdacht werden. Einige Fälle niedriger individueller Übereinstimmung sind wegen der inhärenten statistischen Streuung der Radiokarbondaten zu erwarten. Aber ein sehr niedriger Übereinstimmungsindex könnte bedeuten, dass ein bestimmtes ^{14}C -Ergebnis ein statistischer Ausreißer ist (mehr als zwei Standardabweichungen vom echten Radiokarbonalter der Probe entfernt), dass die Probe verlagert oder intrusiv ist (also dass das kalendarische Datum von dem abweicht, das von seiner stratigraphischen Position suggeriert wurde), oder dass die Probe mit externem Kohlenstoff verunreinigt wurde. Ein weiterer Übereinstimmungsindex, *Amodel*, wird aus den individuellen Übereinstimmungsindizes errechnet und zeigt an, ob das Modell insgesamt, auf Grundlage dieser Daten, wahrscheinlich ist. In den meisten Fällen hat dieser Index auch einen Schwellenwert von 60. In Abb. 7

zeigt „Amodel: 89“ beispielsweise, dass die Radiokarbonaten gut zueinander und ins Modell passen. Jedoch ist Amodel: 110 nicht besser als Amodel: 61. Ein Modell mit Amodel: 61 ist lediglich stärker eingeschränkt.

Es kommt oft vor, dass die Anzahl der Daten, die in ein Modell mit einbezogen werden, größer ist als die Anzahl der Verteilungen, die in die Berechnungen einfließen (die effektiven Wahrscheinlichkeiten). Im Fall von Klingenberg hat das mehrere Gründe. Gibt es zwei oder mehr Datierungen der gleichen Probe, geht deren gewichtetes Mittel ins Modell ein, was durch den Befehl *R_Combine* ausgedrückt wird (z. B. Abb. 10: *TS 16*). Sind Datierungen zu ungenau, können sie vollständig von den Berechnungen ausgeschlossen werden, was durch ein „?“ auf den Diagrammen ausgedrückt wird (z. B. Abb. 10: *TS 38?*).

Auswahl der Proben

Die Proben in diesem Projekt wurden nach den gleichen Kriterien ausgewählt, nach denen auch die existierenden Daten bewertet wurden. Diese Kriterien wurden bereits andernorts im Detail dargelegt (z. B. Bayliss *et al.* 2011, 38–42). Sie sollen sicherstellen, dass eine Probe gleichzeitig mit ihrem Auffindungskontext ist, und nicht etwa zum Zeitpunkt ihrer Einlagerung bereits alt war. Mit anderen Worten, zum Zeitpunkt zu dem sie in den Boden gelangte, sollte eine Probe den Radiokarbonzyklus erst vor kurzer Zeit verlassen haben, und sie sollte in ihrem ursprünglichen Einbettungskontext aufgefunden und nicht verlagert worden sein.

Die Probenarten, die hauptsächlich für die Datierung ausgewählt werden, lassen sich – grob in absteigender Reihenfolge ihrer Verlässlichkeit – wie folgt zusammenfassen,:

- Knochen, die im anatomischen Zusammenhang aufgefunden wurden. Diese Proben wurden zum Zeitpunkt ihrer Einbettung noch von Weichteilen zusammengehalten und stammen daher von vor kurzem verstorbenen Individuen.
- Knochen, die während der Analyse als artikulierende Knochen eines Individuums identifiziert wurden, vor allem dann, wenn ein Individuum durch zahlreiche Skelettteile repräsentiert ist. Diese Knochen könnten noch zusammenhängend in den Boden gelangt sein oder wurden vor ihrer Einbettung nur minimal gestört (Teilskelette).
- Knochen mit anpassenden, noch nicht verwachsenen Epiphysen, die während der Analyse identifiziert wurden (aus den oben dargelegten Gründen).

- Knochen- oder Geweihgeräte, die auf oder nahe der Sohle der Befunde zurückblieben, zu deren Aushebung sie verwendet worden waren. Zum Graben sind elastische, frische Geweihstücke nötig, das Geweih sollte also im gleichen Jahr (oder nur knapp vorher) abgeworfen worden sein, in dem es genutzt wurde. Vorausgesetzt, dass das Geweihgerät genau dort aufgefunden wurde, wo man es weggeworfen hatte, sollte sein Alter also dem des Befundes sehr ähnlich sein.
- Verkohlte Speisereste, die an der Innenseite einer Gruppe von Scherben einer einzigen Gefäßeinheit anhaften. Hierbei handelt es sich höchstwahrscheinlich um Speisereste (und nicht um Verrußung durch das Brennmaterial) und es ist relativ wahrscheinlich, dass ein zu größeren Teilen vorhandenes Gefäß an dem Ort liegt, an dem es entsorgt wurde. Die Tatsache, dass die relativ empfindlichen Speisereste sich erhalten haben, weist ebenfalls darauf hin, dass die Scherben nicht übermäßig unter nachträglichen Störungen gelitten haben.
- Einzelne Fragmente verkohlter, kurzlebiger Pflanzenarten, die ursächlich mit ihrem Auffindungskontext zusammenhängen (z. B. Holzkohle aus einer Herdstelle oder einem Scheiterhaufen) oder die Teile von baulichen Strukturen sind (z. B. die Waldkante verkohlter Pfosten). Die Nutzung einzelner Fragmente verhindert das Risiko, Materialien unterschiedlichen Alters in derselben Probe zu vermischen. Die Datierung von mehr als einer Probe pro Kontext ermöglicht es, vereinzelt Fragmente älteren Materials zu erkennen (Ashmore 1999).
- Einzelne Fragmente verkohlter, kurzlebiger Pflanzen aus zusammenhängenden Ansammlungen verkohlten Materials und bei denen auf Grund ihrer Geschlossenheit und Zerbrechlichkeit davon auszugehen ist, dass es sich um eine Primärdeponierung handelt (z. B. verkohltes Getreide aus einer größeren Konzentration in einer Grube).

Im Falle von Klingenberg besteht der Großteil der im Rahmen des ToTL-Projektes datierten Proben entweder aus verkohlten Getreideresten oder aus Tierknochen, die im anatomischen Verband aufgefunden oder als zusammengehörig definiert werden konnten (Tab. 1). Die meisten dieser Knochenproben stammen von vollständig deponierten Tieren oder Teilskeletten (TS), meist von Hunden, aber auch von Rothirschen, Auerochsen und Hausrindern (Stephan 2008a, 185–193). Einige wenige nicht artikulierte Knochen, d. h. Einzelknochen, wurden dann datiert, wenn es den Anschein hatte, dass sie *termini post quos* für ihre Auffindungskontexte oder für den ver-

schwundenen Wall des Erdwerkes liefern könnten. Keine der drei menschlichen Bestattungen Michelsberger Datierung (Wahl 2008, 718–725) konnte aufgefunden werden, um als Ergänzung für das bereits zwischen der Publikation der Ausgrabung und dem Beginn des ToTL-Projektes datierte Individuum (Abb. 13: *MAMS-19231*; Wahl 2008, 721–722; 725) zu fungieren. Von der ursprünglich zahlreich vorhandenen Holzkohle konnte kein einziges Stück mehr aufgefunden werden.

In allen hier beschriebenen Modellen werden Datierungen an Einzelknochen von Tieren, die zum Zeitpunkt ihrer Einbettung bereits alt gewesen sein könnten, sowie Datierungen an Proben, die potentiell älter als ihr Auffindungskontext sein könnten, als *termini post quos* für ihre Auffindungskontexte verwendet, sofern sie sich nicht als konsistent mit anderen Daten an kurzlebigen Material aus dem gleichen Kontext erwiesen. Dazu wird die Funktion „After“ genutzt (z. B. Abb. 13: *KIA-22468*).

Ergebnisse und Kalibration

The Radiokarbondatierungen und die zugehörigen Messungen sind in Tab. 2 aufgelistet. Bei allen handelt es sich um konventionelle, um Fraktionierungseffekte korrigierte ^{14}C -Alter (Stuiver/Polach 1977). In Tab. 2 wurden die ^{14}C -Ergebnisse mit einem Kurven-Schnittverfahren kalibriert (Stuiver/Reimer 1986); in den Abbildungen und für die bayesschen Modelle wurde mit der Wahrscheinlichkeitsmethode kalibriert (Stuiver/Reimer 1993). Alle Kalibrierungen und die unten beschriebenen bayesschen Chronologiemodelle wurden mit OxCal v4.2 (<http://c14.arch.ox.ac.uk/>) und der INTCAL 13 Kalibrationskurve (Reimer *et al.* 2013) erstellt. Die höchsten *a-posteriori*-Intervalle wurden auf fünf Jahre aufgerundet. Viele der Daten fallen auf sukzessive Plateaus in der Kalibrationskurve, die im 39. und späten 38. Jahrhundert cal BC auftreten (Abb. 5), so dass ihre Verteilungen, vor allem im 39. Jahrhundert, auch nachdem sie von den Modellen eingeschränkt wurden, entsprechend breit und manchmal bimodal ausfallen. Die resultierende Chronologie ist damit weniger präzise als sie es gewesen wäre, wenn die Daten auf einem anderen Abschnitt der Kalibrationskurve lägen.

Die Möglichkeit ernährungsbedingter Offsets

Ernährungsbedingte ^{14}C -Offsets können auftreten, wenn das datierte Individuum Kohlenstoff aus einem Reservoir aufgenommen hat, das nicht im Gleichgewicht mit der terrestrischen Biosphäre steht (Lanting/van der Plicht 1998). Wenn eine der Quellen dieses Reservoirs einen inhärenten Radiokarbon-Offset aufweist – wenn das datierte Individuum beispielsweise Meeresfisch oder Süßwasserfisch aus einer abgereicherten Quelle aufgenommen hat – dann wird der Knochen einen Anteil von ^{14}C aufnehmen, der nicht in Gleichgewicht mit dem der Atmosphäre ist. Das macht das ^{14}C -Datum älter als es sein würde, wenn das betreffende Individuum eine rein auf terrestrischen Quellen basierte Nahrung zu sich genommen hätte. Werden solche Altersbestimmungen fälschlicherweise mit einer rein terrestrischen Kurve kalibriert, ergeben sie anomal frühe Datierungen (Bayliss *et al.* 2004).

Der Fundplatz Klingenberg „Schlossberg“ liegt über dem Neckar und das Vorkommen von Fischknochen in Befunden der MK weist darauf hin, dass die Michelsberger Bewohner Fisch zu sich nahmen (Torke 2008). In abnehmender Häufigkeit sind die am zahlreichsten vertretenen Arten: Lachs (*Salmo*), Barbe (*Barbus barbus*), Maifisch (*Alosa alosa*) und Döbel (*Leuciscus cephalus*), sowie nicht weiter identifizierbare Mitglieder der karpfenartigen (*Cyprinidae*; Torke 2008, 450–453). Lachs und Maifisch sind anadrome Arten, die im Süßwasser laichen und so generell marine Isotopenwerte aufweisen. Die anderen Arten leben ausschließlich in Süßwasser, was die Wahrscheinlichkeit eines Hartwasser-Offsets erhöht. Da Hunde meist Nahrung zu sich nehmen, die sie von Menschen erbeutet oder die letztere zurückgelassen haben, muss die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass sich der Konsum von Fischresten auf die ^{14}C -Gehalte in den Hundeknochen ausgewirkt hat. Dies ist besonders wichtig, da Hunde mehr als ein Drittel der datierten Proben stellen (Tab. 1).

Die verlässlichste Methode, einen eventuellen Reservoir-Offset in den beprobten Hunden zu überprüfen, wären „perfekte Paare“ im Sinne von jeweils zu einem Individuum gehörigen, aneinanderpassenden Herbivoren- und Karnivoren-/Omnivorenknochen aus dem selben Kontext zu datieren (um, wie oben dargelegt, zu vermeiden, dass verlagertes Material datiert wird) und die Datierungen dann zu vergleichen. Solche perfekten Paare konnten nicht identifiziert werden. Der Idee am nächsten kommen Datierungen an verkohlten Weizenkörnern, einem verkohlten Gerstenkorn und einem fast vollständi-

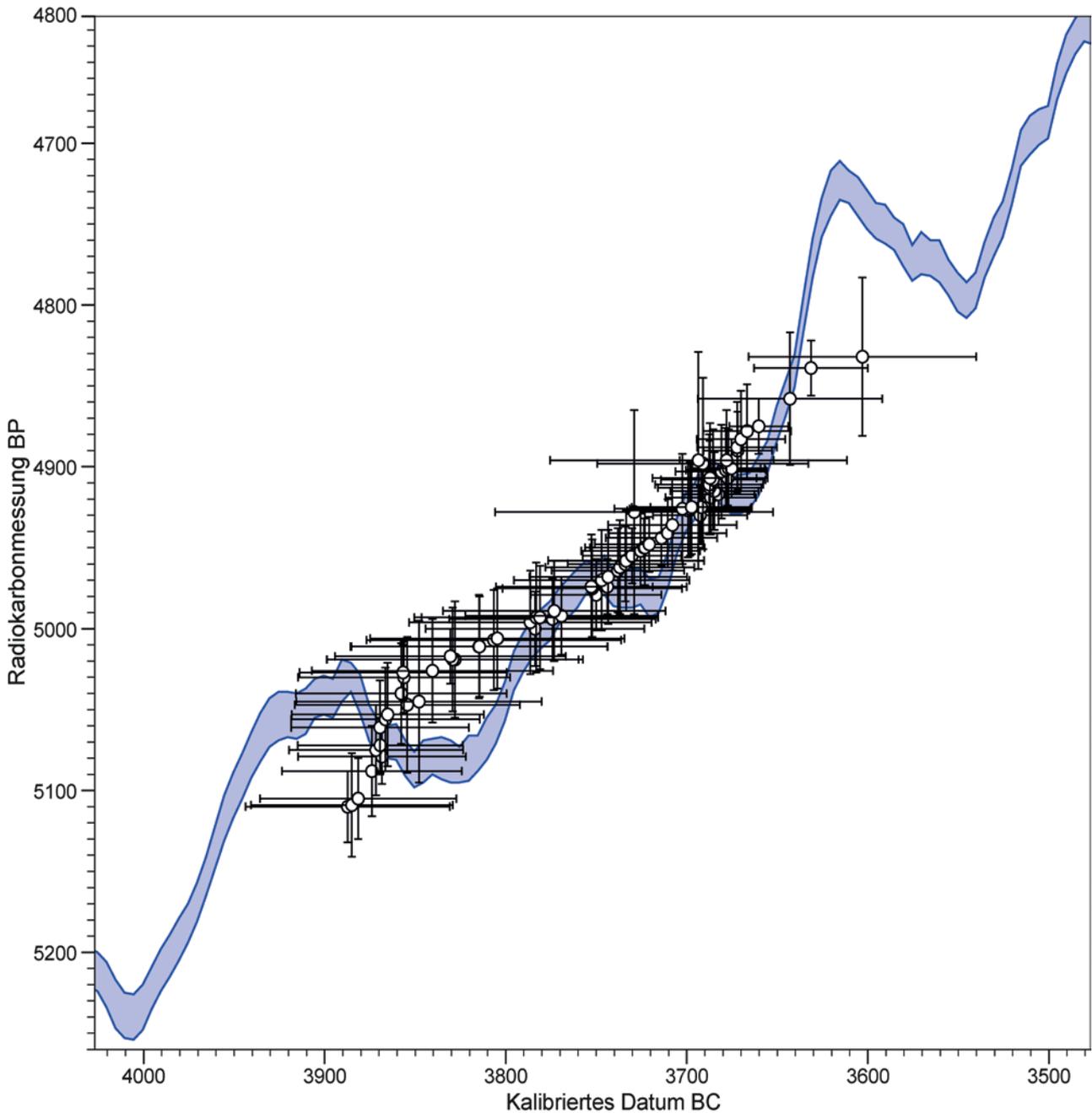


Abb. 5: Heilbronn-Klingenberg. Darstellung aller Radiokarbonmessungen aus Michelsberger Kontexten, abgetragen auf die Kalibrationskurve IntCal13 (Reimer *et al.* 2013)

gen Hund (TS 36) aus Grube 242 (Tab. 2: KIA-21432; MAMS-20310; SUERC-52381). Alle drei Messungen sind statistisch konsistent ($T' = 1,8$; $T' (5\%) = 6,0$; $v = 2$), was darauf hinweist, dass aquatische Ressourcen keinen großen Anteil an der Ernährung dieses Hundes hatten. Allerdings datiert die Keramik aus dieser Grube in MK III/IV, so dass dieser Befund nicht unbedingt repräsentativ für den Großteil der Besiedlung ist. Im MK V/Munzingen Kontext 435, dem

Kopf eines Segmentes des Innengrabens, sind die Datierungen am Teilskelett eines Hundes (TS 15) auf oder nahe der Grabensohle und an zwei Getreidekörnern aus der darüber liegenden Schicht (Tab. 2: MAMS-20320; SUERC-52401, -52406) allerdings ebenfalls statistisch konsistent ($T' = 2,1$; $T' (5\%) = 6,0$; $v = 2$), was erneut darauf hinweist, dass aquatische Ressourcen keine signifikante Rolle bei der Ernährung dieses Hundes spielten.

FRUITS quellenproportionale Ernährungsmodelle

Trotz unseres auf die oben beschriebenen nicht wirklich perfekten „perfekten Paare“ gegründeten Priors, dass aquatische Ressourcen in Klingenberg keinen signifikanten Anteil an den von Hunden konsumierten Proteinen ausmachten, wurde versucht, die Nahrungsquellen der Klingenger Hunde quantitativ zu rekonstruieren, wobei das bayessche Vermischungsmodell für stabile Isotopen FRUITS v. 2.0 β (Food Reconstruction Using Isotope Transferred Signals; Fernandes *et al.* 2014) zum Einsatz kam. FRUITS nutzt die isotopischen Durchschnittswerte potentieller Nahrungsquellen und erlaubt es dem Nutzer, mögliche isotopische Offsets zwischen Nahrung und Konsumenten, Gewichtung und Konzentration der Nahrungsquellen und die verfügbaren archäologischen Informationen zur wahrscheinlichen Ernährung zu definieren, um die Berechnung des Vermischungsmodells für die stabilen Isotope einzuschränken. Auf Grundlage dieser Inputs schätzt das FRUITS-Modell den durchschnittlichen Anteil (%) und die Standardabweichung jeder Nahrungsquelle für jeden Konsumenten ab.

Die FRUITS-Modelle für Klingenberg basieren auf zwei Ernährungsproxies ($\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{15}\text{N}$). Der isotopische Ausgangswert jeder Nahrungsquelle im Modell ist der Durchschnittswert für die berücksichtigten Nahrungsquellen in der betreffenden Kategorie (z. B. landlebende Pflanzenfresser; Fisch usw.; Tab. 3) und dessen Standardabweichung. Hierfür wurden Isotopenwerte landlebender Herbivore aus Klingenberg (Rind, Rothirsch, Auerochse), dem etwa 70 km weiter westlich gelegenen LBK-Fundplatz Herxheim und dem mittelneolithischen Gräberfeld Trebur (Dürrewächter *et al.* 2006, Tab. 1: Rothirsch, Schwein, Rind, Schaf) genutzt. Werte für Süßwasserfisch lagen nur aus Herxheim vor (Dürrewächter *et al.* 2006, Tab. 1; Hecht, Karpfen). Die Durchschnittswerte dieser Nahrungsquellen und die sich aus den Standardabweichungen ergebenden Fehler dieser Durchschnittswerte wurden für unser proportionales FRUITS-Ernährungsmodell genutzt und sind in Tab. 3 aufgelistet.

Die isotopischen Durchschnittswerte der Nahrungsquellen (Tab. 3) deuten zwischen terrestrischen Herbivoren und Fischen einen leichten Unterschied der $\delta^{13}\text{C}$ -Werte (0,4 ‰), aber einen größeren Unterschied der $\delta^{15}\text{N}$ -Werte (2,3 ‰) an. FRUITS benötigt einen annehmbar großen isotopischen Unterschied von 1 ‰ oder mehr zwischen Nahrungsquellen, um die anteiligen Mengen jeder Nahrungsquelle in der Ernährung eines Individuums verlässlich zu bestimmen. Um den vernachlässigbaren isotopischen Unterschied der $\delta^{13}\text{C}$ -Werte zwischen den beiden

Tab. 3: Mittlere $\delta^{13}\text{C}$ - und $\delta^{15}\text{N}$ -Werte für (a) Überreste terrestrischer Herbivoren aus Klingenberg, die mit den Hundedeponierungen assoziiert sind (Rind, Rothirsch, Auerochse), als Nahrungsquellen in Frage kommen und für dieses Projekt analysiert wurden, und (b) publizierte Werte für neolithische Herbivoren (Rothirsch, Schwein, Rind, Schaf) sowie für Fische (Hecht, Karpfen) aus der LBK Siedlung von Herxheim und dem mittelneolithischen Gräberfeld von Trebur, beide in Südwestdeutschland (Dürrewächter *et al.* 2006, 42)

| Nahrungsquellen | $\delta^{13}\text{C}$ (‰) | Sda | $\delta^{15}\text{N}$ (‰) | Sda |
|--------------------------------|------------------------------|-----|------------------------------|-----|
| Terrestrische Herbivore (a, b) | -21.4 | 0.8 | 6.6 | 0.9 |
| Fisch (b) | -21.8 | 0.9 | 8.9 | 1.1 |

Nahrungsquellen auszugleichen, wurde das Modell so eingeschränkt, dass der Stickstoffanteil der landlebenden Pflanzenfresser in den Schätzungen der Nahrungsanteile relativ zum $\delta^{15}\text{N}$ -Wert der Konsumenten als höher angesetzt wurde als der von Fisch. Dieser Prior trägt der Tatsache Rechnung, dass der erhöhte $\delta^{15}\text{N}$ -Wert vieler Hunde zwar auf den Konsum einer Nahrungsquelle mit erhöhtem Stickstoffanteil (wie etwa Fisch) hinweisen mag, die archäozoologischen Ergebnisse des Fundplatzes (Stephan 2008) aber darauf hindeuten, dass bei den Hunden von Klingenberg Proteine landlebender Herbivore überwogen und erhöhte $\delta^{15}\text{N}$ -Werte ebenso durch einen hohen Anteil an Fleisch in der Hundenahrung verursacht sein können (vgl. Asam *et al.* 2004; Bösl *et al.* 2006; Ewersen 2010).

Als nächstes wollen wir den geeignetsten Nahrungs-zu-Konsument Anreicherungsfaktor für unser FRUITS-Modell auswählen. Es existieren keine publizierten Referenzwerte speziell zu isotopischen Offsets für Hunde. Statt dessen beziehen wir uns auf die trophischen Anreicherungs-schätzungen von Roth und Hobson (2000) an in Gefangenschaft lebenden Füchsen, in Anlehnung an eine ähnliche Verwendung dieser Werte durch Urton und Hobson (2005) für die Ermittlung der Variabilität in der Ernährung von Grauwölfen innerhalb einer Population. Die genutzten Nahrungs-zu-Konsument Anreicherungswerte sind $2,6 \pm 0,5$ ‰ für $\delta^{13}\text{C}$ und $3,4 \pm 0,5$ ‰ für $\delta^{15}\text{N}$. Die Gewichtung und Konzentration der beiden Nahrungsquellen wurden auf 100 % festgelegt, womit wir Fernandes *et al.* 2014 für lineare (non routed) Ernährungsmodelle folgen.

In Tab. 4 finden sich die Auflistung der $\delta^{13}\text{C}$ - und $\delta^{15}\text{N}$ -Werte für die 21 datierten Hunde aus Klingenberg und die Ergebnisse des proportionalen Ernährungsmodells nach FRUITS. Für die doppelt vorhandenen Analysen an manchen Hundeproben wurden gewichtete Mittel errechnet (Ward/Wilson 1978) und im Ernährungsmodell der betreffenden Individuen verwendet.

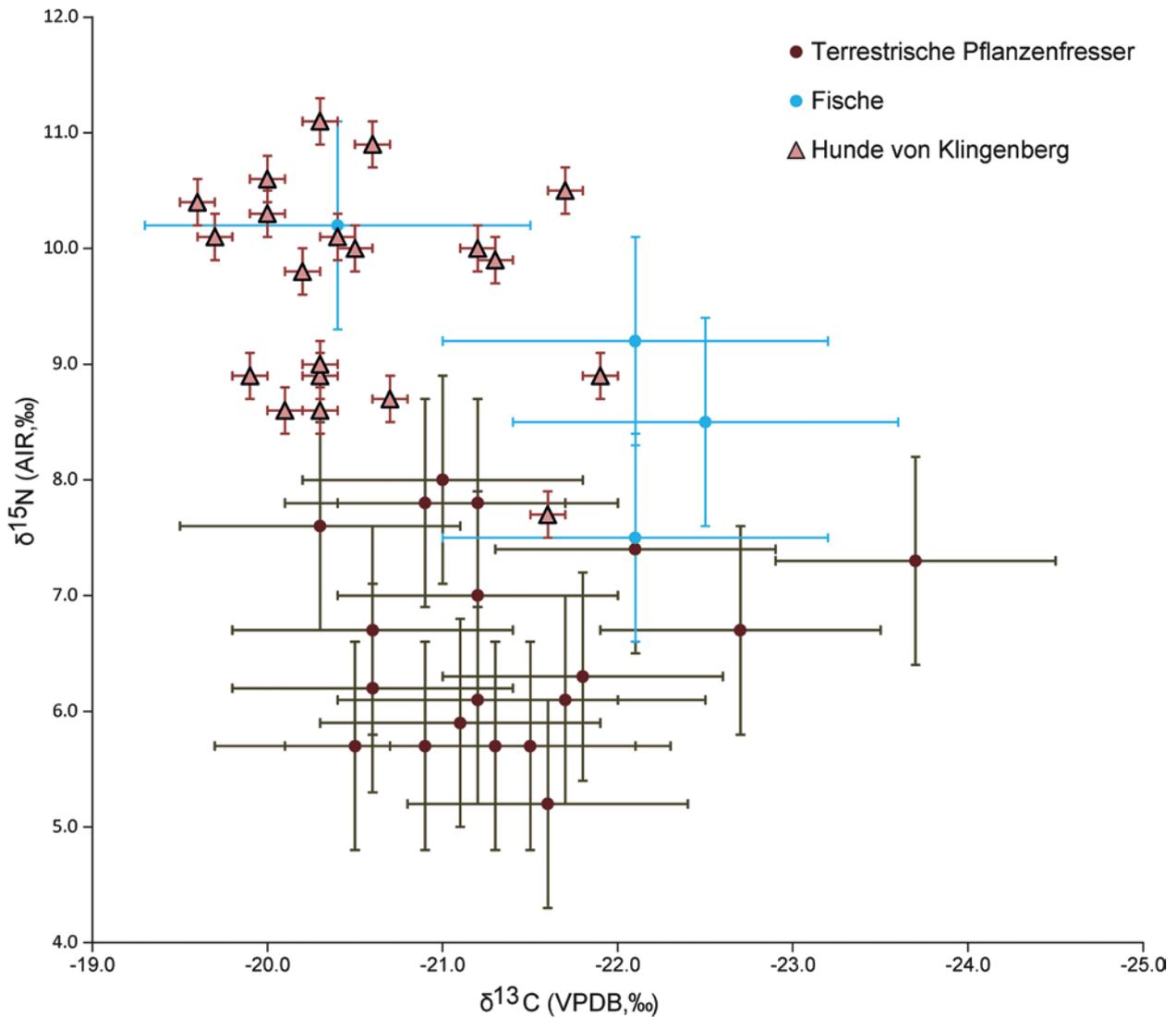


Abb. 6: Heilbronn-Klingenberg. Die Werte der stabilen Isotope Kohlenstoff und Stickstoff der untersuchten Hunde, in Zusammenschau mit den Werten der stabilen Isotope Kohlenstoff und Stickstoff für örtliche Herbivoren und Fische

Die $\delta^{13}\text{C}$ -Isotopenwerte der Hunde aus Klingenberg variieren relativ wenig zwischen $-19,6$ ‰ und $-21,9$ ‰ bei einer Standardabweichung von $0,7$ ‰ vom Durchschnitt. Dagegen streuen die $\delta^{15}\text{N}$ -Werte zwischen einem Minimum von $7,7$ ‰ und dem Maximum von $11,1$ ‰ (Differenz von $3,4$ ‰) und weisen eine Standardabweichung von $1,0$ ‰ um den Mittelwert von $9,6$ ‰ auf. Diese Isotopenwerte sind vergleichbar mit den Werten, die für Hunde von Mineralbodenfundorten in Deutschland durch Ewersen und Ziegler (2014, Abb. 8; 9) festgestellt wurden. Eine solche Variationsbreite der ^{15}N -Werte der Klingenger Hunde ist bemerkenswert und deutet darauf hin, dass sich die Ernährungsweise einzelner Hunde in Art und Anteil der verfügbaren Proteinquellen unterschieden hat (Abb. 6). Die Wahrscheinlichkeit, dass mit Stickstoff ange-

reicherte Nahrungsquellen konsumiert wurden, zeigt sich in den $\delta^{15}\text{N}$ -Werten zwischen $9,9$ ‰ und $11,1$ ‰ und in den anschließenden FRUITS-Schätzungen für die Fischanteile in der Ernährung, die für die $\delta^{15}\text{N}$ -angereicherten Hunde zwischen $10\pm 8\%$ und $33\pm 15\%$ liegen.

Die Nähe des Fundplatzes zum Neckar und die über 400 Skelettelemente von verschiedenen Fischarten, die aus Kontexten der MK in Klingenberg geborgen wurden (inkl. *Alosa alosa*, *Leusciscus cephalus*, *Barbus barbus*, *Cyprinidae* und *Salmo* spp; Torke 2008) weisen darauf hin, dass im Neckar gefischt wurde und die Überreste der Fische den Hunden als Kommensalen höchstwahrscheinlich zur Verfügung standen. Das Auftreten der anadromen Arten Lachs und Maifisch könnte neben dem Süßwasserreservoireffekt sogar zu einem marinen ^{14}C -Offset führen.

Tab. 4: Klingenberg, $\delta^{13}\text{C}$ - und $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Hunde und Ergebnisse des FRUITS quellenproportionalen Ernährungsmodells. Doppelt vorhandene Analysen bestimmter Proben, die durch das Vorhandensein mehrerer Labornummern gekennzeichnet sind, wurden zu einem gewichteten Mittel kombiniert. Diese endgültigen Isotopenwerte bilden die Grundlage, auf der die Ernährung der jeweiligen Tiere modelliert wurde.

| Identifikationsnummer d. Hundes | Labornummern | $\delta^{13}\text{C}$ (‰) | $\delta^{15}\text{N}$ (‰) | Terrestrische Herbivore | Fisch |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|---------|
| KL TS 42 (Fund 265) | MAMS-20309 | -21.6±0.08 | 7.7±0.09 | 97±3 % | 3±3 % |
| KL TS 2 (Fund 562) | SUERC-52389 | -21.6±0.2 | 7.7±0.3 | 97±3 % | 3±3 % |
| KL TS 15 (Fund 800) | MAMS-20321/SUERC-55896 | -20.1±0.07 | 8.6±0.09 | 96±4 % | 4±4 % |
| KL TS 39 (Fund 549) | SUERC-52421 | -20.3±0.2 | 8.6±0.3 | 95±5 % | 5±5 % |
| KL TS 50 (Fund 645) | SUERC-52406 | -20.7±0.2 | 8.7±0.3 | 95±5 % | 5±5 % |
| KL TS 46 (Fund 750) | MAMS-20319/SUERC-52396 | -21.9±0.07 | 8.9±0.09 | 96±4 % | 4±4 % |
| KL TS 13/28 (Fund 752) | MAMS-20316 | -19.9±0.08 | 8.9±0.09 | 95±5 % | 5±5 % |
| KL TS 14/1 (Fund 825) | SUERC-55405 | -20.3±0.2 | 8.9±0.3 | 94±6 % | 6±6 % |
| KL TS 25 (Fund 466) | MAMS-20318.1.1/SUERC-52388 | -20.3±0.07 | 9.0±0.03 | 96±4 % | 4±4 % |
| KL TS 11 (Fund 663) | MAMS-20315 | -20.2±0.08 | 9.8±0.09 | 91±7 % | 9±7 % |
| KL TS 10 (Fund 704) | SUERC-52391 | -21.3±0.2 | 9.9±0.3 | 89±9 % | 11±9 % |
| KL TS 24 (Fund 746) | MAMS-20317 | -21.2±0.08 | 10.0±0.09 | 90±8 % | 10±8 % |
| KL TS 36 (Fund 338) | SUERC-52381 | -20.5±0.2 | 10.0±0.3 | 87±10 % | 13±10 % |
| KL TS 43 (Fund 159) | SUERC-52380 | -20.4±0.2 | 10.1±0.3 | 86±11 % | 14±11 % |
| KL TS 38 (Fund 261) | SUERC-55899/MAMS-20333 | -19.7±0.07 | 10.1±0.09 | 87±9 % | 13±9 % |
| KL TS 49 (Fund 761) | SUERC-52395 | -20.0±0.3 | 10.3±0.2 | 83±11 % | 17±11 % |
| KL TS 17 (Fund 360) | MAMS-20331/SUERC-55898 | -19.6±0.07 | 10.4±0.09 | 83±10 % | 17±10 % |
| KL TS 14/2 (Fund 825a) | SUERC-55897 | -21.7±0.2 | 10.5±0.3 | 84±12 % | 16±12 % |
| KL TS 37 (Fund 231) | MAMS-20332.1.1/SUERC-52420 | -20.0±0.07 | 10.6±0.09 | 77±12 % | 23±12 % |
| KL TS 41 (Fund 416) | MAMS-20312 | -20.6±0.08 | 10.9±0.09 | 74±13 % | 26±13 % |
| KL TS 40 (Fund 587) | SUERC-52390 | -20.3±0.2 | 11.1±0.3 | 67±15 % | 33±15 % |

Leider sind bisher keine Schätzungen für das Süßwasserreservoir des Neckars oder Oberrheins verfügbar. Wir untersuchen den möglichen Effekt des von unserer Ernährungsanalyse nahegelegten Anteils aquatischer Ressourcen auf unsere vorgeschlagene Chronologie von Klingenberg daher auf der Grundlage eines generischen Offsets von 500 ± 100 BP. Auf der Grundlage der bisher zugänglichen Informationen ist dies wahrscheinlich ein annehmbarer Mittelwert des marinen Offsets im Nordatlantik (von wo der Lachs und der Maifisch höchstwahrscheinlich kamen) und dem örtlichen Süßwasser-Offset im Neckar (vgl. Keaveney/Reimer 2012; Bonsall *et al.* 2015). Wir nutzen dieses Reservoir, mit einem Offset vom atmosphärischen Kalibrationsdatensatz (Reimer *et al.* 2013), und die Mix_Curves Funktion in OxCal v4.2 (Bronk Ramsey 2001, abgeändert nach Jones/Nicholls 2001). Für

jeden datierten Hund haben wir eine eigene Kalibrationskurve errechnet, die den aquatischen Reservoireffekt zu dem Anteil berücksichtigt, auf den die von FRUITS ermittelten Schätzwerte der Ernährung dieses individuellen Tieres hinweisen (Tab.4). Beispielsweise wurde MAMS-20317 (TS 24) mit einer Kurve kalibriert, die eine Komponente von $10\pm 8\%$ aquatischen Ressourcen einschließt (wobei der Anteil jeder Kurve auf 0–100 % eingeschränkt ist). Die verbleibenden Nahrungsquellen waren wohl im Gleichgewicht mit der damaligen Atmosphäre und wurden mit IntCal13 (Reimer *et al.* 2013) kalibriert. Die Ergebnisse dieses Mischungsmodells aus mehreren Quellen, das diese Individuen-spezifischen Kurven mit einschließt, werden unten im Abschnitt „Alternativmodelle“ beschrieben.

Struktur des Modells

Die Struktur des bevorzugten bayesschen Modells für michelsbergzeitliche Aktivität in Klingenberg wird in Abb. 7 dargestellt; seine Komponenten sind in Abb. 8 und 10–14 im Detail zu sehen. Die MK III/IV Gruben innerhalb des Erdwerkes und die Hauptphase der MK V/Munzingen Besiedlung werden als sukzessive, kontinuierliche Aktivitätsphasen angesehen, die durch ein bestimmtes zeitliches Intervall voneinander getrennt sein könnten. Die Hauptphase umfasst Aktivitäten im äußeren Grabenring, dem Innengraben, den MK V/Munzingen Gruben innerhalb und außerhalb des Erdwerkes, sowie einige wenige Datierungen aus Gruben zwischen den beiden Grabenringen. Es standen keine geeigneten Proben aus Gruben im Inneren der Anlage zur Verfügung, die sowohl Keramik mit MK IV und MK V/Munzingen Elementen enthielten. Allerdings konnten drei Gruben mit MK IV und MK V/Munzingen-Elementen beprobt werden, die außerhalb der Grabenringe lagen.

Nutzung während MK II und III/IV (Abb. 8–9)

Es lag kein geeignetes mit MK II Keramik vergesellschaftetes Probenmaterial vor. Nur für zwei der Kontexte mit MK III/IV war Material für Datierungen verfügbar. In Grube 242, nahe der Spitze des Geländevorsprungs, war ein Welp (Stephan 2008, 266; Teilskelett 36; Abb. 8: *SUERC-53281*) gemeinsam mit einer Konzentration von Getreidekörnern (Stika 1996, 117) deponiert worden. Davon konnten zwei Proben datiert werden (Abb. 8: *KIA-21432*, *MAMS-20310*). Die drei Messungen aus Grube 242 sind statistisch konsistent ($T' = 1,8$; $T' (5\%) = 6,0$; $v = 2$). Zwei artikulierende Rothirschphalangen wurden als aus 160a/189 stammend dokumentiert. 160a und 189 sind zwei getrennte Gruben, die etwa 40 m voneinander entfernt liegen (Seidel 2008a, Abb. 220). Da allerdings beide Gruben Keramik der Phase MK III/IV enthielten, wird angenommen, dass die Datierung einer der Phalangen sich auf diese Phase bezieht (Abb. 8: *SUERC-55900*). Zusammengenommen deuten diese Daten darauf hin, dass MK III/IV Gruben über einen Zeitraum von 4070–3805 cal BC (95 % Wahrscheinlichkeit) verfüllt wurden, wahrscheinlich zwischen 3985–3860 cal BC (68 % Wahrscheinlichkeit; Abb. 8: *Beginn MK III/IV Gruben*) und 3935–3780 cal BC (95 % Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 3865–3790 cal BC (68 % Wahrscheinlichkeit; Abb. 8: *Ende MK III/IV Gruben*), also insgesamt 1–120 Jahre (95 % Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 1–70 Jahre (68 % Wahrscheinlichkeit; Abb. 17: *Laufzeit MK III/IV Gruben*). Diese Verteilung ist zugunsten einer kürze-

ren denn einer längeren Laufzeit verschoben, was darauf hinweist, dass der lange Ausläufer der Kurve, genauso wie die Begrenzungen dieser Aktivitätsphase, wegen der geringen Anzahl vorhandener Proben und dem Plateau der Kalibrationskurve im 39. Jahrhundert cal BC ungenau ist (Abb. 5).

Zusätzlich zu diesen beiden Gruben könnten auch acht weitere Daten aus MK V/Munzingen Kontexten von der gleichen Aktivitätsphase stammen. Drei Getreideproben, eine aus 264 im Außengraben (Abb. 10: *SUERC-52416*), eine aus 169 im Innengraben (Abb. 11: *SUERC-52410*) und eine aus Grube 256 außerhalb des Erdwerkes (Abb. 13: *SUERC-52387*) waren klar verlagert, da sie älter sind als andere Proben aus den selben Kontexten. Die verbleibenden fünf Proben bestehen aus einzelnen, nicht artikulierten Tierknochen aus Gruben, aus denen keine Vergleichsproben vorliegen (Abb. 12: *MAMS-20322*; Abb. 13: *KIA-22467*, *-22468*, *-22469*; Abb. 14: *MAMS-20308*). Sie kamen allerdings aus Gruben, die MK V/Munzingen Keramik enthielten (Gruben 93 [Seidel 2008b, 139–140]; 484 [Seidel 2008b, 249–250 Taf. 136]; 494 [Seidel 2008b, Taf. 139; 140,3–7]; 513 [Seidel 2008b, 264]; und 672 [Seidel 2008b, 308 Taf. 161]. Damit sind sie definitiv älter als alle Daten aus zusammengehörenden Knochen aus Kontexten mit MK V/Munzingen Material und sind somit höchstwahrscheinlich verlagert.

Diese Daten wurden als *termini post quos* für ihre Kontexte in unser hier bevorzugtes Modell aufgenommen. Werden sie stattdessen als Teil einer Aktivitätsphase während MK III/IV modelliert, die auf eine Zeit vor dem Beginn der Besiedlung MK V/Munzingen festgelegt ist, so weist dieses separate Modell insgesamt eine gute Übereinstimmung auf (Amodel: 68) und Beginn, Ende und Laufzeit sind vergleichbar mit denen der MK III/IV Gruben allein *Beginn MK III/IV 3985–3825 cal BC (95 % Wahrscheinlichkeit)*, wahrscheinlich 3960–3880 cal BC (68 % Wahrscheinlichkeit); *Ende MK III/IV 3925–3765 cal BC (95 % Wahrscheinlichkeit)*, wahrscheinlich 3865–3790 cal BC (68 % Wahrscheinlichkeit); *Laufzeit MK III/IV 10–160 Jahre (95 % Wahrscheinlichkeit)*, wahrscheinlich 35–115 Jahre (68 % Wahrscheinlichkeit); Abb. 9, und weitere, hier nicht abgebildete Verteilungen. Sollten die fraglichen Proben aus der MK III/IV Nutzungsphase des Fundplatzes stammen, dann würden die Datierungen aus Gruben 484, 494 und 672 außerhalb des Erdwerkes darauf hinweisen, dass sich diese vor-erdwerkzeitlichen Aktivitäten räumlich über die Verbreitung der MK III/IV Keramik hinaus erstreckten. Bislang war die vor-erdwerkzeitliche Besiedlung auf Grundlage der Keramik als auf die Spitze des Geländevorsprungs beschränkt angesehen worden (Seidel 2008a, 286–7, Abb. 220).

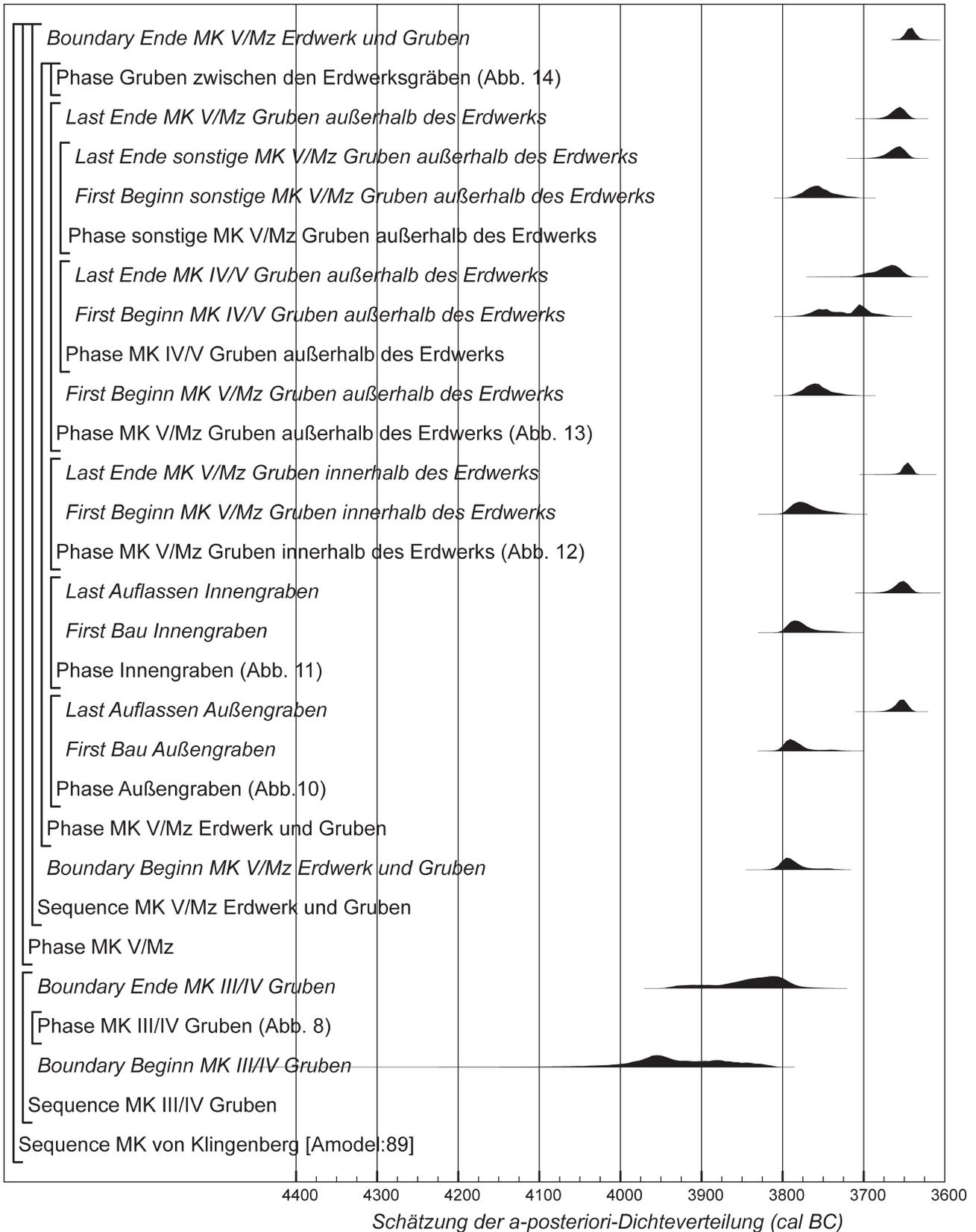


Abb. 7: Heilbronn-Klingenberg. Gesamtstruktur des bevorzugten Modells, das durch die eckigen Klammern auf der linken Seite und durch die OxCal Schlüsselbegriffe definiert wird. Eine vollständige Darstellung der im Modell verwendeten Komponenten findet sich in Abb. 8 und 10–14

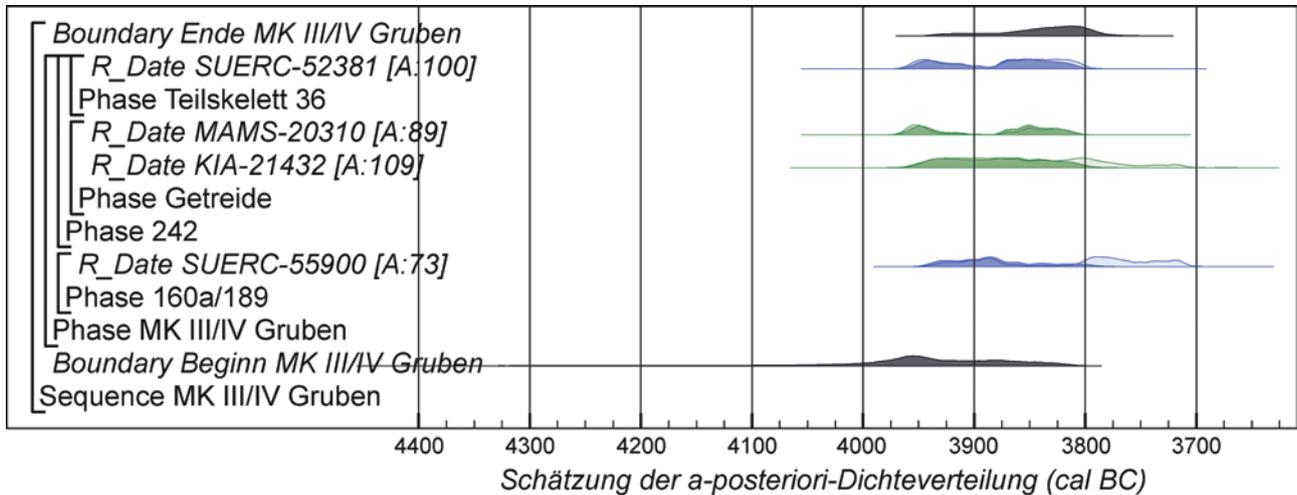


Abb. 8: Heilbronn-Klingenberg. Die Radiokarbonaten der Proben aus Gruben mit MK III/IV Material. Wiedergegeben ist der Datierungszeitraum jeder Einzeldatierung, wobei die gefüllt dargestellten Datierungszeiträume aus dem Modell abgeleitet sind und durch dieses eingeschränkt werden. Die schwarz dargestellten Zeiträume sind vom Modell generierte Parameter, zum Beispiel ‚Beginn MK III/IV Gruben‘. Das Modell wird durch die großen eckigen Klammern auf der linken Seite von Abb. 7–8 und 10–14 und die OxCal Schlüsselbegriffe definiert (Bronk Ramsey 2009). Die Nummern in eckigen Klammern nach den Datierungen, zum Beispiel ‚[A:100]‘, sind die individuellen Übereinstimmungsindizes, die ausdrücken, wie konsistent eine Datierung mit den ins Modell eingeflossenen *a-priori*-Informationen ist. Teilskelette und zusammengehörige Knochen sind blau, verkohlte Pflanzenreste grün dargestellt

Nutzung während MK V/Munzigen

Nach einer Unterbrechung von -5 bis $+135$ Jahren (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich -5 bis $+70$ Jahre (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 18: MK III/IV–MK V/Mz) begannen auf dem Bergsporn weitaus umfangreichere Aktivitäten ab 3815 – 3745 cal BC (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 3805 – 3780 cal BC (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 7: Beginn MK V/Mz Erdwerk und Gruben).

Der äußere Graben des Erdwerks (Abb. 10)

Die Verfüllstruktur beider Gräben ist im Prinzip dreigeteilt. Auf der Grabensohle wurde in den meisten Grabenabschnitten eine dünne Tonschicht dokumentiert, die sich wohl in stehendem Wasser bildete (Seidel 2008a, 190–194; 225–226 Abb. 180). Über dieser Tonschicht (wo sie vorlag, sonst direkt auf der Grabensohle) lag ein 0,1–0,5 m mächtiges Paket aus feinen Straten aus Löss und von der Oberfläche eingeflossenem humosem Material. Dies kann die Folge schwerer Regenfälle gewesen sein, wobei sich jedes Jahr mehrere solcher Schichten bilden konnten (Seidel 2008a, Abb. 176). Die erhaltenen sieben bis zehn Straten dürften innerhalb weniger, maximal fünf Jahre nach dem Ausheben der Gräben entstanden sein (Seidel 2008a, 225 f.). Über dem Sohlpaket lag ein Eintrag aus Siedlungsabfall in unterschiedlicher Dichte, darüber Reste von

brennend in die Gräben gestürzten Holzverbauungen. Im inneren Graben lag direkt auf den Holzresten steriler Löss aus der Wallschüttung. Im äußeren Graben fanden sich Holzreste nur im Bereich von Grabenstück 165 und – im Gegensatz zum inneren Graben – über den Holzresten kein Wallmaterial; die Verfüllung zeigte sich im Querprofil zudem symmetrisch (Seidel 2008a, Abb. 133–142). Es ist daher anzunehmen, dass sich in der ca. 14 m breiten Zone zwischen den beiden Gräben kein Wall befand. Die verbleibende Verfüllung war bis zu einem antiken Bodenbildungshorizont homogen lehmig, was auf langsame Verfüll-Prozesse schließen lässt. Es liegen 15 effektive Likelihoods aus fünf Graben-Abschnitten vor.

Im nördlichsten Grabenstück 13–264–71 (Seidel 2008a, 194–195) konnte eine Abfolge paläobotanischer Proben aus übereinanderliegenden Schichten im Mittelteil 264 des Grabenstücks gemessen werden (Stika 1996, 105; 121–123 Abb. 92–93). Vier Proben von verkohlten Getreidekörnern aus drei der tieferen Schichten dieser Abfolge (Abb. 10: MAMS-20327, -20328, -20329; SUERC-52415) und zwei weitere, eine davon Spreu, aus einem Kontext, der nicht genau mit der ersten Abfolge in Verbindung gebracht werden konnte (Abb. 10: KIA-21427-21429), erbrachten sechs statistisch konsistente Messungen ($T' = 1,7$; $T' (5\%)_{11,1}$; $v=5$). Eine siebte Probe ist älter und wird als *terminus post quem* für ihren Kontext in das Modell einbezogen (Abb. 10: SUERC-52416). Eine Messung an Eichenholzkohle aus einer verbrannten Struktur aus

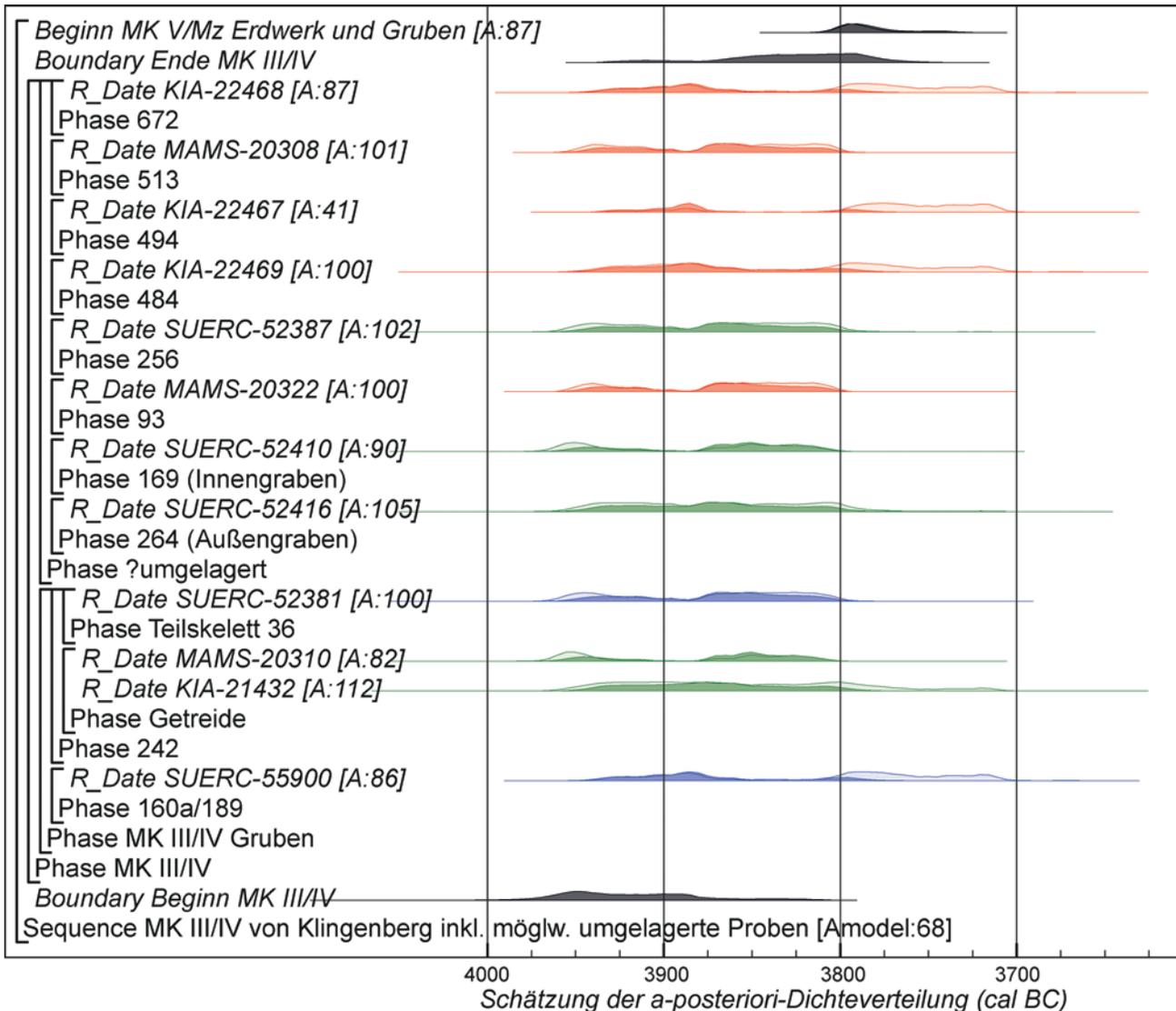


Abb. 9: Heilbronn-Klingenberg. Radiokarbon daten aus Gruben mit MK III/IV Material sowie von – demnach wohl verlagerten – Proben aus späteren Kontexten, die aber wahrscheinlich MK III/IV angehören. Gefüllt dargestellt sind die Datierungszeiträume, die so eingeschränkt wurden, dass sie vor den Beginn der vom bevorzugten Modell errechneten Nutzung während MK V/Munzungen fallen (Abb. 7–8 und 10–14). Das Format ist das gleiche wie für Abb. 8. Teilskelette und zusammengehörige Knochen sind blau, Einzelknochen rot und verkohlte Pflanzenreste grün dargestellt

dem gleichen Kontext wie MAMS-20329 (Abb. 10: KIA-21428) wird als mit ihrem Kontext gleichzeitig modelliert, weil sie statistisch konsistent mit den sechs Getreideproben ist ($T' = 1,9$; $T' (5\%) = 12,6$; $v = 6$). Ein im Vergleich mit den anderen Abschnitten späterer Beginn der Datierungen für 264 (Abb. 10) spiegelt die Tatsache wider, dass die Abfolge von Getreidekörnern hier erst etwa 0,40 m über der Grabensohle begann (Stika 1996, Abb. 92,i), während die meisten Proben aus den anderen Segmenten bereits von der Sohle oder nur knapp darüber stammen (Tab. 2).

In Grabenstück 74–212 wurden in Bereich 212, wohl nahe der Grabensohle, die beiden Vorderextremitäten

eines Auerochsen gefunden; sie waren teilweise zerlegt worden und zeigten Bratspuren (Teilskelett 27; Stephan 2008, 191). Die Tatsache, dass hier mehrere zum Teil artikulierende Knochen so wie Humerus, Radius und Ulna als auch ein Metacarpus nahe beieinander liegen, weist darauf hin, dass das Tier nicht lange vor der Deponierung der Knochen zerteilt worden war, da die Reste andernfalls nicht so beieinander gefunden worden wären. Eine Probe von einem nicht der Hitze ausgesetzten Knochen wurde datiert (Abb. 10: SUERC-52419).

Im Grabenstück 214–165–194 erbrachten der Schädel und Unterkiefer eines Hundes, der knapp über der Sohle im

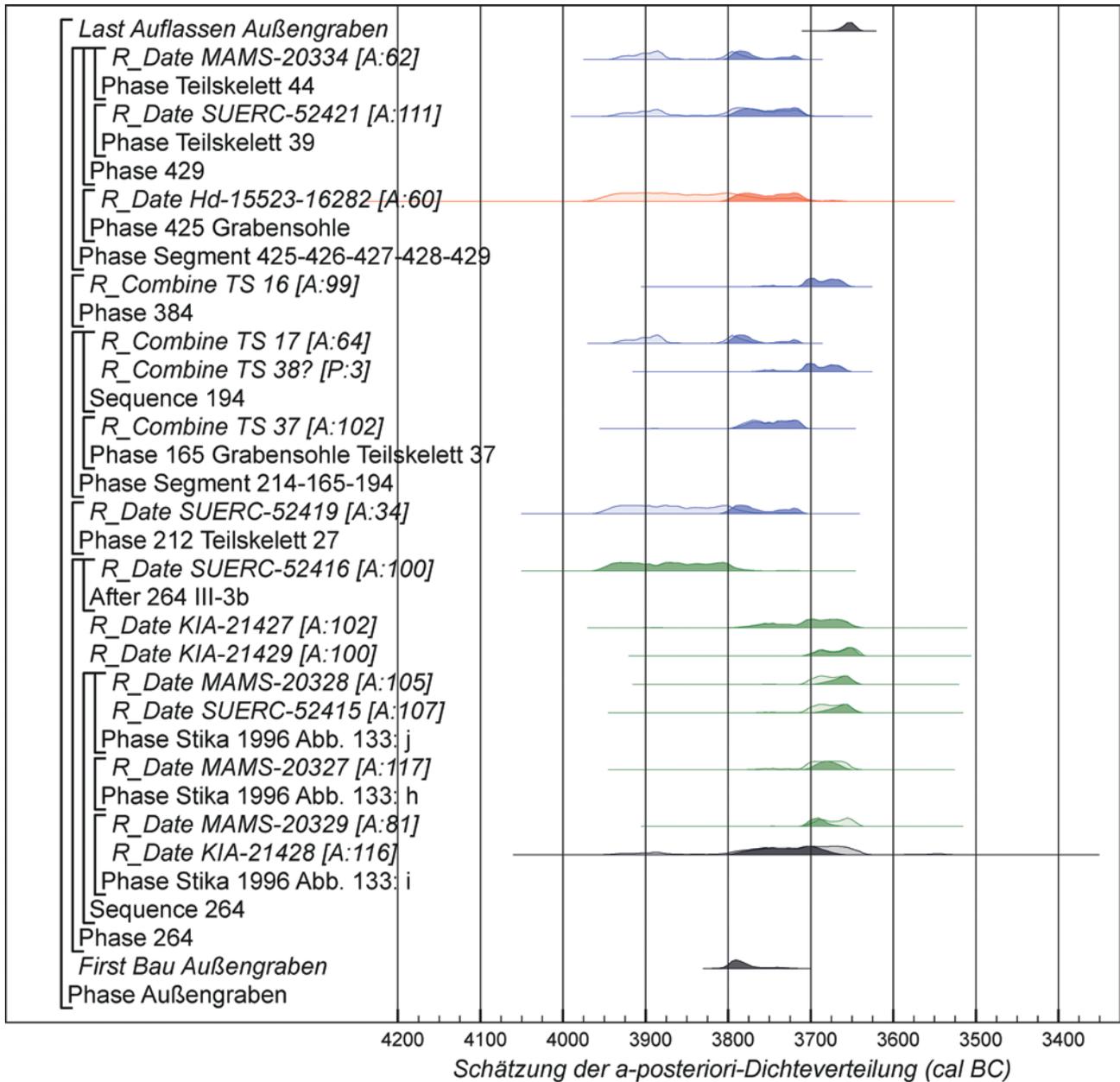


Abb. 10: Heilbronn-Klingenbergraben. Radiokarbonaten der Proben aus dem äußeren Graben. Das Format ist das gleiche wie für Abb. 8.

Teilskelette und zusammengehörige Knochen sind blau, Einzelknochen rot, verkohlte Pflanzenreste grün, Holzkohle schwarz dargestellt

Mittelteil 165 dokumentiert wurde (Teilskelett 37; Stephan 2008, 188; 268), zwei statistisch konsistente Radiokarbonaten (Tab. 2: MAMS-20332.1.1, -20332.1.2) und eine dritte Messung, die nicht mit den ersten beiden konsistent ist (Tab. 2: SUERC-52420). Ihr gewichtetes Mittel wird aus den oben beschriebenen Gründen in das Modell mit einbezogen (Abb. 10: TS 37) und hat eine gute individuelle Übereinstimmung mit seiner Position im Modell (A: 102). Im südlichen Grabenkopf 194 wurden in unterschiedlichen Höhen die Überreste zweier Hunde gefunden. Kopf, Unterkiefer und zwei Metacarpi eines Individuums (Teilskelett

38, Stephan 2008, 188; 268) wurden zwischen 1 m und 2 m unter der Oberfläche gefunden; der Schädel, Unterkiefer und zahlreiche weitere Knochen eines zweiten (Teilskelett 17; Stephan 2008, 191; 268) lagen zwischen 0 m und 1 m unter der Oberfläche. Beide Hunde erbrachten statistisch konsistente Reihen von Kontrollmessungen (Tab. 2). Allerdings erscheint der weiter unten liegende Hund (Abb. 10: TS 38) jünger als der weiter oben liegende (Abb. 10: TS 17) und wenn beide als aufeinanderfolgend modelliert werden, wird der Übereinstimmungsindex des Modells insgesamt sehr gering (Amodel: 48). Im Grabenbereich

194 konnte keine Nachgrabung bzw. kein Grabenumbau erkannt werden. Teilskelett 38 wird daher aus dem Modell ausgeschlossen, da es klar unvollständig ist und daher möglicherweise nicht *in situ* liegt.

In Abschnitt 383–384 erbrachten artikulierte bzw. aneinanderepassende Rothirschwirbel (Teilskelett 16; Stephan 2008, 193), die auf oder knapp über der Sohle von 384 lagen, statistisch inkonsistente Kontrollmessungen (Tab. 2: MAMS-20330, SUERC-52418). Ihr gewichtetes Mittel wird aus den oben beschriebenen Gründen in das Modell aufgenommen (Abb. 10: *TS 16*) und weist eine gute individuelle Übereinstimmung mit seiner Position im Modell auf (A:99).

Aus dem Grabensegment 425–426–427–428–429 wurde ein größtenteils erhaltenes Hundeskelett (Teilskelett 39; Stephan 2008, 191; 268) von der Sohle des südlichen Grabenkopfes 429 datiert (Abb. 11: *SUERC-52421*). Sein stratigraphisches Verhältnis zu einem unvollständigeren Hund aus demselben Grabenkopf (Teilskelett 44; Stephan 2008, 191; 268) ist unbekannt (Abb. 10: *MAMS-20334*). Ein Datum der untersten Schicht von Grabenkopf 425 wird als gleichzeitig mit seinem Kontext angesehen, weil es eine gute Übereinstimmung aufweist, wenn es als gleichzeitig mit den Datierungen für die beiden Hunde modelliert wird (Abb. 10: *Hd-15523, -16282*).

Auf dieser Grundlage wurde der äußere Graben 3810–3735 *cal BC* (95% *Wahrscheinlichkeit*), wahrscheinlich 3805–3775 *cal BC* (68% *Wahrscheinlichkeit*; Abb. 10: *Bau Außengraben*) ausgehoben, und 3675–3640 *cal BC* (95% *Wahrscheinlichkeit*), wahrscheinlich 3665–3645 *cal BC* (68% *Wahrscheinlichkeit*; Abb. 10: *Auflassen Außengraben*), nach einem Intervall von 85–160 Jahren (95% *Wahrscheinlichkeit*), wahrscheinlich 120–150 Jahre (68% *Wahrscheinlichkeit*; Abb. 17: *Nutzung Außengraben*) aufgegeben.

Der innere Graben des Erdwerks (Abb. 11)

Der innere Graben weist – wie der Außengraben – ein gebändertes Sohlpaket auf, das namentlich an den tiefsten Stellen eine dünne, in Wasser abgelagerte Tonschicht überdeckt. Darüber findet sich eine „Abfallschicht“, die im inneren Graben entlang des gesamten Segments 225–169–195 und in den Segmenten 022–268 und 081–219 nur im Torbereich von brennend in den Graben gestürzten Holzelementen bedeckt war. Am zentralen Durchlass 386 zu 387 fanden sich zudem Steine aus einer Trockensteinmauerkonstruktion. Unmittelbar auf das verbrannte Holz bzw. die Steine war im inneren Graben von der Innenseite her Löss einer Wallschüttung in den Graben gebrochen, der auf die Existenz eines Walls innerhalb des inneren

Grabens hinweist (Abb. 3). Er dürfte innerhalb eines 7 m entfernten Palisadengrübchens platziert gewesen sein (Seidel 2008a, 201–217). Unter diesen Umständen erschien es lohnenswert, Proben aus Befunden zu untersuchen, die unter dem Wall gelegen haben müssten und daher *termini post quos* für dessen Aufschüttung geben könnten. Dies erwies sich allerdings als schwer umsetzbar, insbesondere weil Volumen, Breite und genaue Verortung des Walles nicht abschließend geklärt sind (Seidel 2008a, 221–229; Jacob 2010, 42–49). Es konnte daher nicht mit Sicherheit festgestellt werden, welche Befunde im Bereich bzw. unter dem Wall lagen. Angenommen wurde, dass Grube 171, die 15 m von der dokumentierten Innenkante des Grabens entfernt ist, vom Wall überlagert wurde (Seidel 2008a, 223). Allerdings erbrachte ein Einzelknochen aus diesem Befund einen *terminus post quem* von 3720–3640 *cal BC* (92% *Wahrscheinlichkeit*), wahrscheinlich 3700–3655 (68% *Wahrscheinlichkeit*; Abb. 12: *Hd-15522 -16384*), der später datiert als Proben, die aus dem inneren Graben von der Sohle oder knapp darüber stammen. Nimmt man diesen Knochen als ein Datum vor dem Ausheben des Grabens in das Modell auf, ergibt sich eine insgesamt schlechte Übereinstimmung (Amodel: 44). Entweder lag die Grube hinter der maximalen Breite des Walles, oder sie wurde angelegt und verfüllt, als der Graben bereits wieder eingeebnet war. Ein Tierknochen eines Teilskeletts, der in Kombination mit MK V/Munzungen Keramik in Grube 170, nahe 171 und noch näher an der Grabenkante lag (Abb. 2), erbrachte statistisch konsistente Kontrollmessungen, allerdings datieren diese in die LBK (Tab. 2: MAMS-20323, SUERC-52407). Ein Einzelknochen aus Grube 93, 10 m innerhalb der Grabenkante, könnte einen *terminus post quem* von 3960–3900 *cal BC* (28% *Wahrscheinlichkeit*) oder 3885–3800 *cal BC* (67% *Wahrscheinlichkeit*), wahrscheinlich 3950–3935 *cal BC* (9% *Wahrscheinlichkeit*) oder 3875–3810 *cal BC* (59% *Wahrscheinlichkeit*; Abb. 12: *MAMS-20322*) für das Grabenwerk erbringen, kann das Modell aber nur wenig präzisieren, weil es sich um einen einzelnen Knochen handelt und die Probe deutlich älter datierte als diejenigen von der Grabensohle. Der Knochen aus Grube 93 gehört zu den Proben, die als wahrscheinlich zur MK III/IV Besiedlung gehörig angesehen werden (Abb. 9). Diese Probe und die aus Grube 171 werden in unserem bevorzugten Modell daher lediglich als *termini post quos* für die Gruben verwendet, aus denen sie stammen (Abb. 12). MAMS-20322 gibt auch einen *terminus post quem* für den außergewöhnlichen Fund mehrerer Tonbrüste, die ursprünglich eine (Haus?-)Wand zierten (Seidel 2008a, 301–308, Abb. 230–235).

Die Datierung des inneren Grabens stützt sich daher auf Proben aus dem Graben selbst. Obwohl zwei Frag-

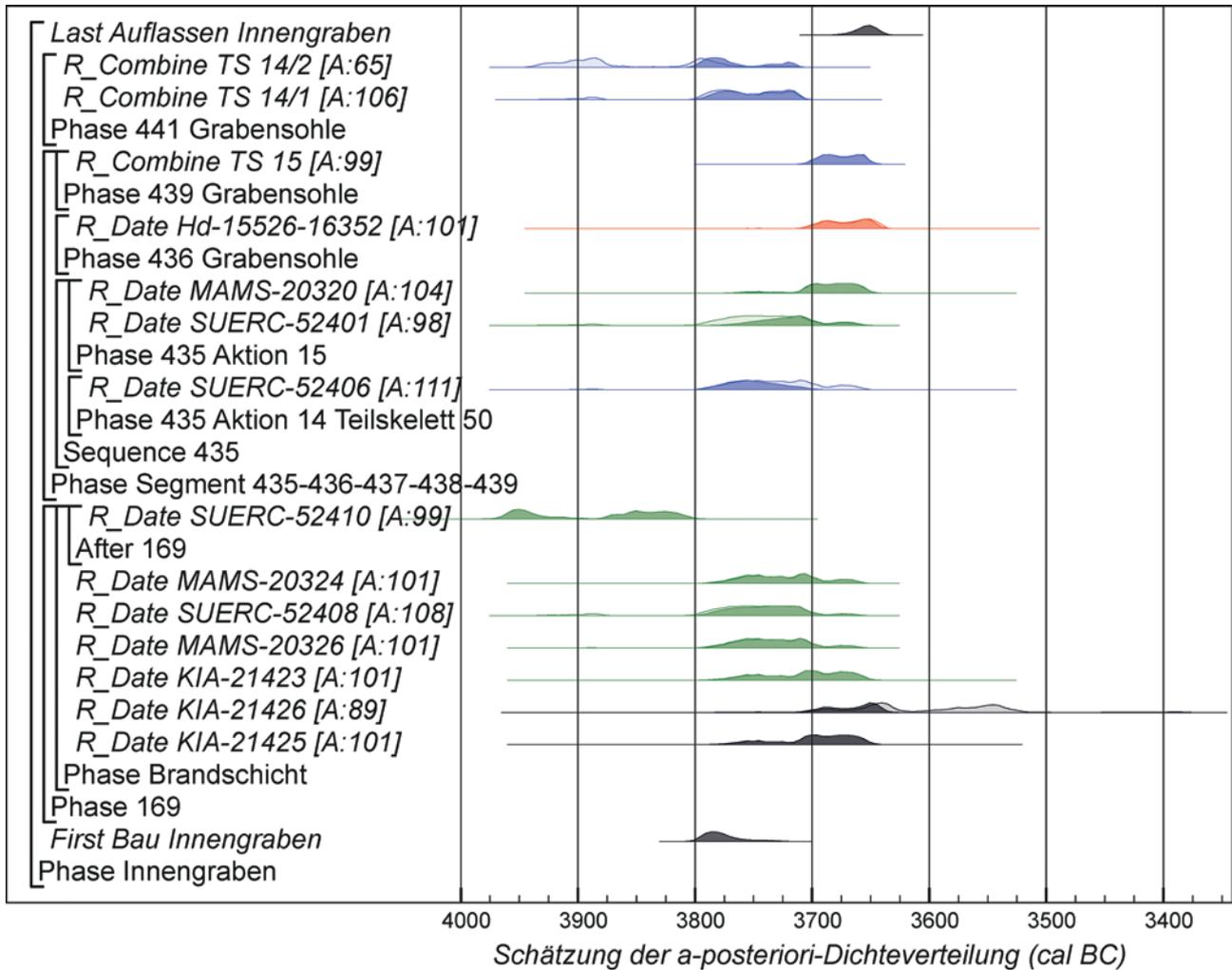


Abb. 11: Heilbronn-Klingenbergraben. Radiokarbon daten der Proben aus dem inneren Graben. Das Format ist das gleiche wie für Abb. 8. Teilskelette und zusammengehörige Knochen sind blau, Einzelknochen rot, verkohlte Pflanzenreste grün, Holzkohle schwarz dargestellt

mente aus der großen Menge verkohlter Hölzer, die in Teilen des Grabens dokumentiert werden konnten, bereits früher datiert worden waren, konnten im Rahmen des ToTL-Projektes keine Holzreste mehr aufgefunden werden. Für ergänzende Proben wurde daher auf verkohlte Pflanzenreste und Teilskelette zurückgegriffen. Es liegen 14 effektive Likelihoods, darunter drei Sätze von Kontrollmessungen, aus drei Abschnitten vor.

In Bereich 169, dem mittleren Teil von Grabenabschnitt 225–169–195, enthielt das gebänderte Sohlpaket wenig Artefakte und erbrachte keine geeigneten Proben. Die „Abfallschicht“ war durch zahlreiche verbrannte Hölzer überlagert, die teilweise mit ihr vermischt waren (Abb. 3: Seidel 2008a, 206–212). Die Eichenteile der verstürzten Verbauung dürften kurz vor ihrer Verbauung gefällt worden sein. Allerdings konnten keine Proben mehr aufgefunden werden, die die beiden vorhandenen

Datierungen hätten ergänzen können. Letztere kamen von einem Brett und einer Stange von ca. 0,15 m Durchmesser. In keinem Fall wurde dokumentiert, ob es sich bei den Proben um Kernholz, Splintholz oder beides handelte, so dass, wegen der Langlebigkeit der Eiche, beide als *termini post quos* für den Bau der Palisade modelliert werden müssten. Allerdings ist die Messung an dem Brett statistisch konsistent mit vier Messungen an verkohlten Getreideresten aus der „Abfallschicht“ ($T' = 1,8$; $T' (5\%) = 9,5$; $v = 4$). Es wird daher als gleichzeitig mit ihrem Kontext modelliert (Abb. 11: KIA-21425). Die Datierung der Stange fällt wie erwartet jünger aus, da sie aus einem dünneren Rundholz bestand (Abb. 11: KIA-21426).

Die zahlreichen verkohlten Pflanzenreste aus 169 waren zwischen und um die verkohlten Bauhölzer konzentriert (Stika 1996, 106–108; 123–125 Abb. 95–97). Sechs Proben an Erbsen und Getreide fielen ins späte sechste

bis frühe fünfte Jahrtausend cal BC und gehören wohl zur bandkeramischen Besiedlung des Platzes (Tab. 2: KIA-21421, -21422, -21424, -21436; MAMS-20325; SUERC-52409). Weitere vier Proben an Getreidekörnern ergaben statistisch konsistente Messungen ($T' = 1,0$; $T' (5\%) = 7,8$; $v = 3$; Abb. 11: KIA-21423; MAMS-20324, -20326; SUERC-52408). Eine fünfte ist älter und fällt ins 40. bis 39. Jahrhundert cal BC; das Korn war wohl verlagert und wird als *terminus post quem* modelliert (Abb. 11: SUERC-52410).

169–195–225 war der südlichste Grabenabschnitt mit verkohlten Hölzern. In den beiden südlich anschließenden Abschnitten, 197–386 und 387–434, wurde am zentralen Durchlass 386 zu 387 die entsprechende stratigraphische Position von flachen Kalksteinplatten eingenommen. Sie waren wohl aus einem Trockenmauerwerk aus Bruchsteinen gefallen (Seidel 2008a, 213–214, 225 Abb. 177). Die verbleibenden zwei Grabenabschnitte, aus denen Proben entnommen wurden, lagen noch weiter im Süden. Dort fanden sich keine Hinweise auf ein Brandereignis und Funde waren seltener.

Im Grabensegment 435–436–437–438–439 wurden nahe der oder auf der Sohle des nördlichen Grabenkopfs 435, der Schädel, Unterkiefer und die beiden Halswirbel eines Hundes (Teilskelett 50: Stephan 2008, 188; 268) freigelegt (Abb. 11: SUERC-52406). Sie lagen unter einer Schicht mit verkohlten Pflanzenresten, die zwar seltener als in 169 aber noch immer zahlreich waren (Stika 1996, 123–125). Zwei einzelne Gerstenkörner aus dieser Schicht wurden datiert (Abb. 11: MAMS-20320, SUERC-52401). Ein etwa in der Mitte des Abschnittes nicht im Verband liegender Knochen nahe der Sohle wird als gleichzeitig mit seinem Kontext angesehen, weil seine Datierung mit denen der Getreidereste und Teilskelette an anderen Stellen in diesem Abschnitt übereinstimmt (Abb. 11: Hd-15526–16352). Aus dem südlichen Grabenkopf 439 wurde ein auf oder knapp über der Sohle gut erhaltener Hund (Teilskelett 15; Stephan 2008, 268) beprobt. Es handelt sich hier um zwei statistisch inkonsistente Kontrollmessungen (Tab. 2: MAMS-20321, SUERC-52405), deren gewichtetes Mittel aber aus den oben dargelegten Gründen in das Modell einbezogen wird und wieder eine gute individuelle Übereinstimmung mit seiner stratigraphischen Position im Modell aufweist (Abb. 11: TS 15; A: 99).

In Abschnitt 441–442 wurden zwei Hunde aufgefunden, die erst während der weiteren Bearbeitung getrennt werden konnten. Sie lagen auf oder knapp über der Sohle im nördlichen Bereich des Befundes (Teilskelette 14/1 und 14/2; Stephan 2008, 191; 268–269). Jeder erbrachte ein Paar statistisch konsistenter Kontrollmessungen (Abb. 11: TS 14/1, TS 14/2).

Auf dieser Grundlage wurde der Innengraben 3805–3740 cal BC (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 3800–3770 cal BC (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 11: Bau Innengraben) ausgehoben und 3680–3635 cal BC (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 3665–3640 cal BC (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 11: Auflösen Innengraben) nach einem Zeitraum von 80–160 Jahren (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 110–150 Jahre (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 17: Nutzung Innengraben) aufgelassen.

Gruben der Phase MK V/Munzingen

Insgesamt liegen 33 effektive Likelihoods für Gruben mit Material der Stufe MK V/Munzingen vor. Die Keramik aus drei Gruben umfasst auch typologische Elemente der Stufe MK IV.

MK V/Munzingen Befunde im Inneren des Erdwerks (Abb. 12).

Es liegen 12 effektive Likelihoods für zehn der MK V/Munzingen Gruben innerhalb des Erdwerks vor. Die Proben bestehen aus verkohlten Getreidekörnern aus 236, 271 und 272 (Abb. 12: KIA-21431; SUERC-52385, -52386; MAMS-20311, -20313); Hundeskeletten oder Teilskeletten aus 116, 238 und 357 (Abb. 12: SUERC-52380, MAMS-20309, -20312); einem Paar Rothirschgeweih aus 305 (Abb. 12: SUERC-55895); und einzelnen, nicht im Verband liegenden Tierknochen aus 93, 171 und 346 (Abb. 12: Hd-15522–16384, -15528–16337; MAMS-20322). Letztere werden als *termini post quos* für ihre Kontexte behandelt, da sie verlagert sein könnten. Auf dieser Grundlage begann die Verfüllung der Gruben 3800–3735 cal BC (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 3795–3760 cal BC (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 12: Beginn MK V/Mz Gruben innerhalb des Erdwerks), ein Prozess der bis 3665–3630 cal BC (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 3655–3640 cal BC (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 12: Ende MK V/Mz Gruben innerhalb des Erdwerks) andauerte, also über einen geschätzten Zeitraum von 85–160 Jahren (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 115–150 Jahre (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 17: Nutzung MK V/Mz Gruben innerhalb des Erdwerks).

MK V/Munzingen Befunde außerhalb des Erdwerks (Abb. 13).

Es existieren 18 effektive Likelihoods, inklusive zwei Sätze Kontrollmessungen, aus 17 Befunden. Die Proben

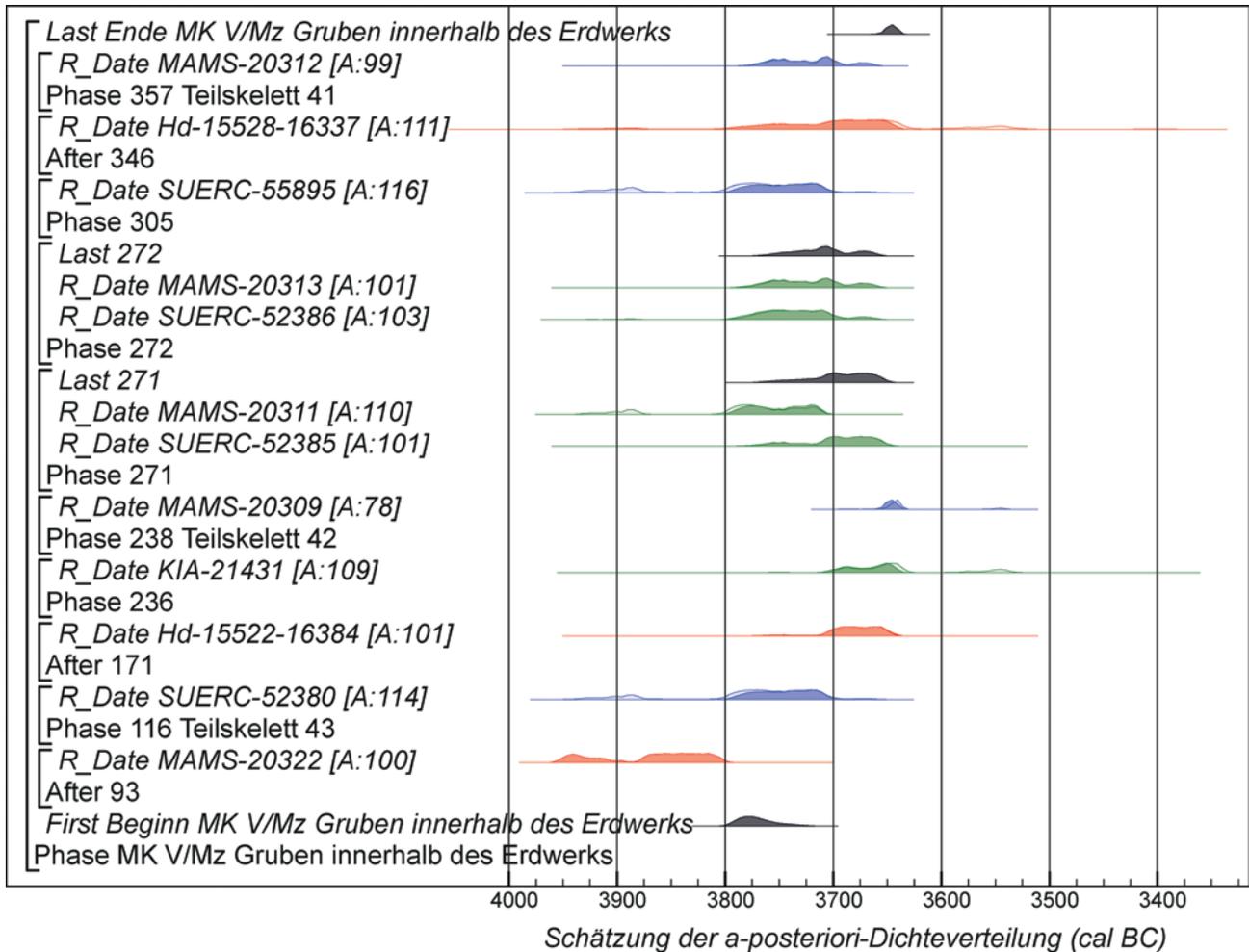


Abb. 12: Heilbronn-Klingenberg. Radiokarbonaten für Proben aus Gruben mit MK V/Munzingen Material im Innenbereich des Erdwerks. Das Format ist das gleiche wie für Abb. 8. Teilskelette und zusammengehörige Knochen sind blau, Einzelknochen rot, verkohlte Pflanzenreste grün dargestellt

umfassen verkohlte Getreidekörner aus 256 (Abb. 13: *MAMS-20314*; *SUERC-52387*); ein Skelett eines neugeborenen Kindes aus Grube 500 (Abb. 13: *MAMS-19231*); neun Hundeskelette oder Teilskelette aus 408, 483, 499, 567, 616, 657, 660, 669 und 677 (Abb. 13: *SUERC-52389*, -52390, -52391, -52395; *MAMS-20315*, -20316, 20-317; *TS 25*, *TS 46*); ein vereinzelt Fragment Eichenholzkohle aus 478 (Abb. 13: *KIA-21435*) und einzelne, nicht im Verband liegende Tierknochen aus 73, 484, 505 und 672 (Abb. 13: *KIA-22467*, -22468, -22469; *Hd-15524-16283*; *SUERC-52417*). Letztere fließen als *termini post quos* für ihre Kontexte in das Modell ein, da sie verlagert worden sein könnten. Die Eichenholzkohle wird ebenso behandelt, da der Baum schon alt gewesen sein könnte, als er gefällt wurde. Von zwei Hunden, Teilskelette 46 und 25 (Stephan 2008, 266–267), liegen Kontrollmessungen vor. Die Messungen für Teilskelett 46 aus Grube 677 sind statistisch konsistent

(Tab. 2: *MAMS-20319*; *SUERC-52396*). Zwei der Messungen für Teilskelett 25 aus Grube 408 sind ebenfalls statistisch konsistent (Tab. 2: *MAMS-20318.1.1*, -20318.1.2), die dritte ist nicht mit ihnen statistisch konsistent (Tab. 2: *SUERC-52388*). Die gewichteten Mittel für beide Hunde weisen aber trotzdem eine gute individuelle Übereinstimmung im Modell auf (Abb. 13: *TS 46*, *TS 25*).

Auf dieser Grundlage wurde 3790–3725 cal BC (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 3780–3745 cal BC (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 13: *Beginn MK IV/V und V/Mz Gruben außerhalb des Erdwerks*; Abb. 13) mit der Verfüllung der Gruben außerhalb des Erdwerks begonnen, ein Prozess der sich bis 3680–3640 cal BC (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 3670–3645 cal BC (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 13: *Ende MK IV/V und V/Mz Gruben außerhalb des Erdwerks*), also über einen geschätzten Zeitraum von 65–135 Jahren (95% Wahrscheinlichkeit),

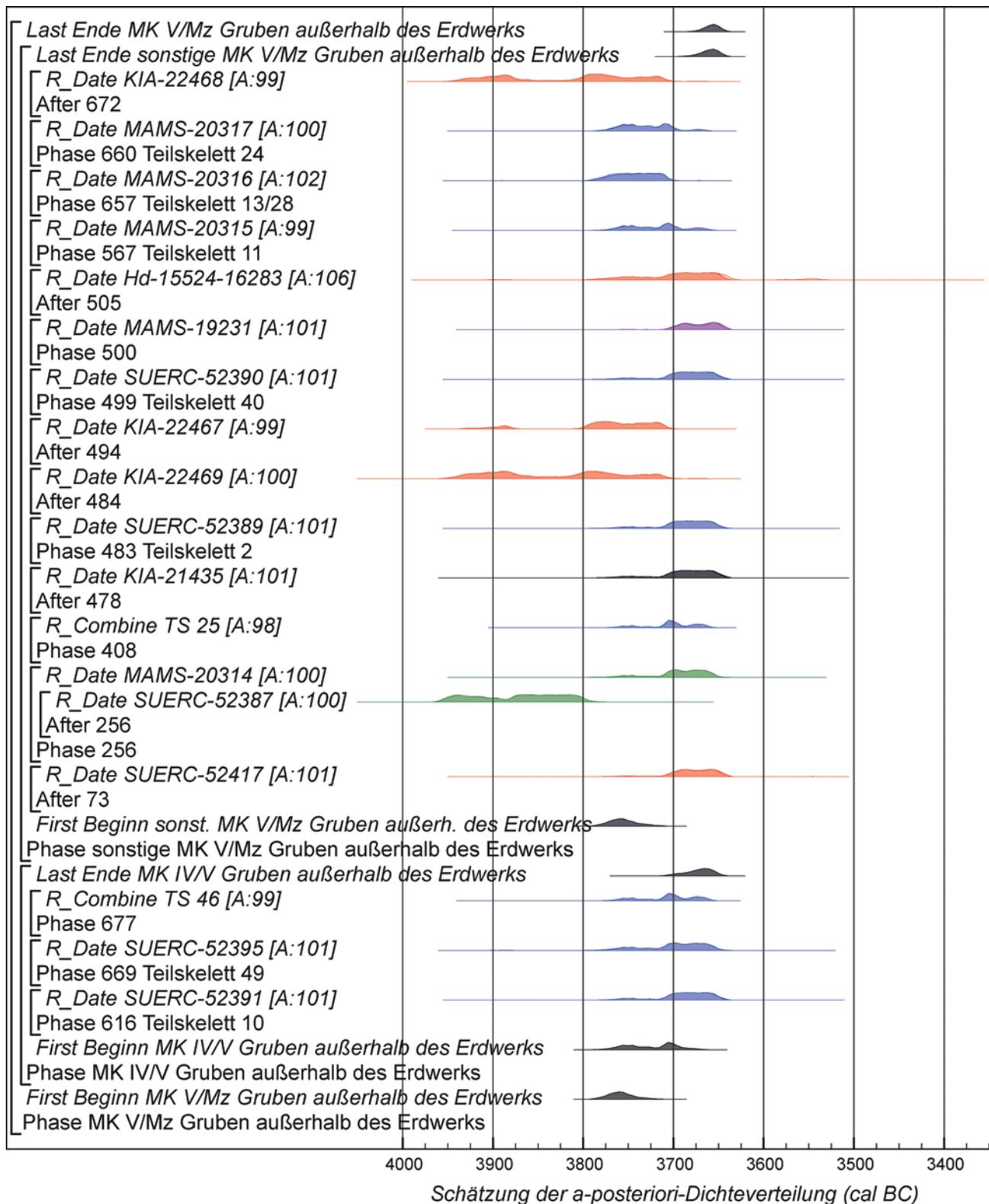


Abb. 13: Heilbronn-Klingenbergrubens. Radiokarbonaten für Proben aus Gruben mit MK IV/V und MK V/Munzingen Material außerhalb der Erdwerksgräben. Das Format ist das gleiche wie für Abb. 8. Menschliche Überreste sind lila, Teilskelette und zusammengehörige Knochen von Tieren blau, Einzelknochen von Tieren rot, verkohlte Pflanzenreste grün, Holzkohle schwarz dargestellt

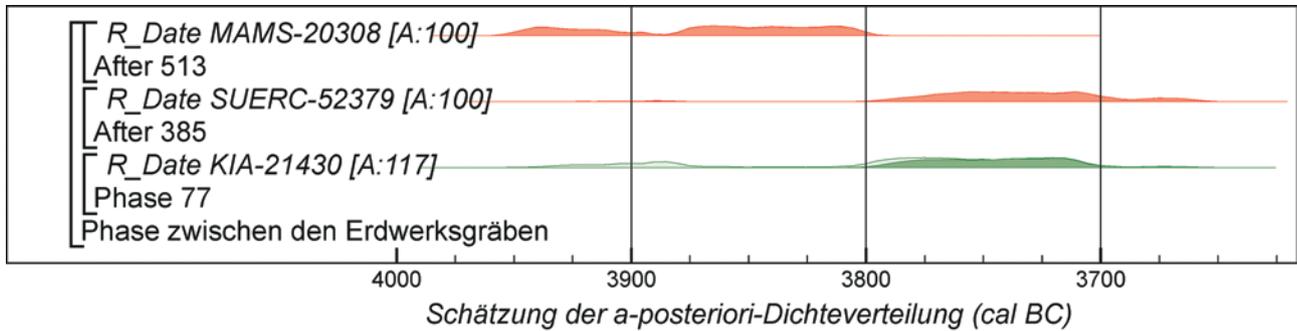


Abb. 14: Heilbronn-Klingenberg. Radiokarbonaten für Gruben zwischen den Erdwerksgräben. Das Format ist das gleiche wie für Abb. 8. Einzelknochen sind rot, verkohlte Pflanzenreste grün dargestellt

wahrscheinlich 90–120 Jahre (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 17: Nutzung MK IV/V und V/Mz Gruben außerhalb des Erdwerks) fortsetzte. Es ist bemerkenswert, dass die Datierungen der Hundeskelette aus drei Gruben, die neben MK V/Munzungen Elementen auch MK IV Keramik enthalten (616, 669 und 677; Seidel 2008b, Taf. 159,1; 161,5–6; 161,4), später als MK III/IV datieren, also in den Zeitraum der MK V/Munzungen Keramik fallen (Abb. 13: SUERC-52391, -52393; TS 46).

MK V/Munzungen Befunde zwischen den Erdwerksgräben (Abb. 14).

Drei Daten stammen aus Gruben, die zwischen den Erdwerksgräben liegen. Es ist unwahrscheinlich, dass die Gruben ausgegraben und genutzt wurden, während die Gräben bestanden. Sie könnten daher *termini post quos* oder *ante quos* für das Erdwerk liefern. Eine Datierung, MAMS-20308 aus Grube 513, ist klar älter als das Erdwerk. Zwei fallen allerdings in den Nutzungszeitraum der Gräben (Abb. 14: KIA-21430; SUERC-52379). Jedoch könnten diese aus späteren Befunden stammen, die aus der Nutzungsphase des Erdwerks verbliebenes Material enthielten, da es sich bei den Proben um ein einzelnes Getreidekorn von insgesamt vieren aus Grube 77 und um einen Einzelknochen aus Grube 385 handelte. Es bleibt unklar, ob Gruben zwischen den Gräben auch während der Nutzungsphase des Erdwerks angelegt wurden bzw. offen standen.

Hundedeponierungen

Abb. 15 zeigt die von unserem bevorzugten Modell (Abb. 7–8; 10–14) errechneten Datierungen der Überreste von Hunden aus MK V/Munzungen Zusammenhängen und

schätzt den Beginn, das Ende und die Dauer der Hundedeponierungen auf diesem Fundplatz in dieser Periode ein. TS 38 aus Profil 194 im Außengraben wird dabei nicht berücksichtigt, weil es aus den oben genannten Gründen aus dem Modell ausgeschlossen wurde. Die Hundedeponierungen der Phase MK V/Munzungen wurden zwischen 3810–3740 cal BC (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 3805–3775 cal BC (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 15: Beginn MK V/Mz Hunde) und 3665–3635 cal BC (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 3655–3640 cal BC (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 15: Ende MK V/Mz Hunde);), also über einen Zeitraum von 95–165 Jahren (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 130–155 Jahre (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 17: Laufzeit MK V/Mz Hunde) angelegt. Sie erstrecken sich also über den gesamten MK V/Munzungen Nutzungszeitraum (Abb. 18) und sind in allen während dieser Zeit genutzten Befundarten vertreten. Einen früheren Beginn für die Hundedeponierungen belegt das Datum 3960–3890 (37% Wahrscheinlichkeit) oder 3885–3805 cal BC (58% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 3955–3925 cal BC (18% Wahrscheinlichkeit) oder 3880–3815 cal BC (50% Wahrscheinlichkeit), das an einem Welpen aus Grube 242 gemessen wurde, die Keramik der Stufe MK III/MK IV enthielt (Abb. 8: SUERC-52381).

Synthese

Die Schlüsselparameter des bevorzugten Modells sind in Abb. 16–18 zusammengefasst (siehe auch Abb. 20) und in den Tab. 5 und 6 aufgelistet. Tab. 7 zeigt die Abfolge der wichtigsten Ereignisse in der Geschichte des Fundplatzes.

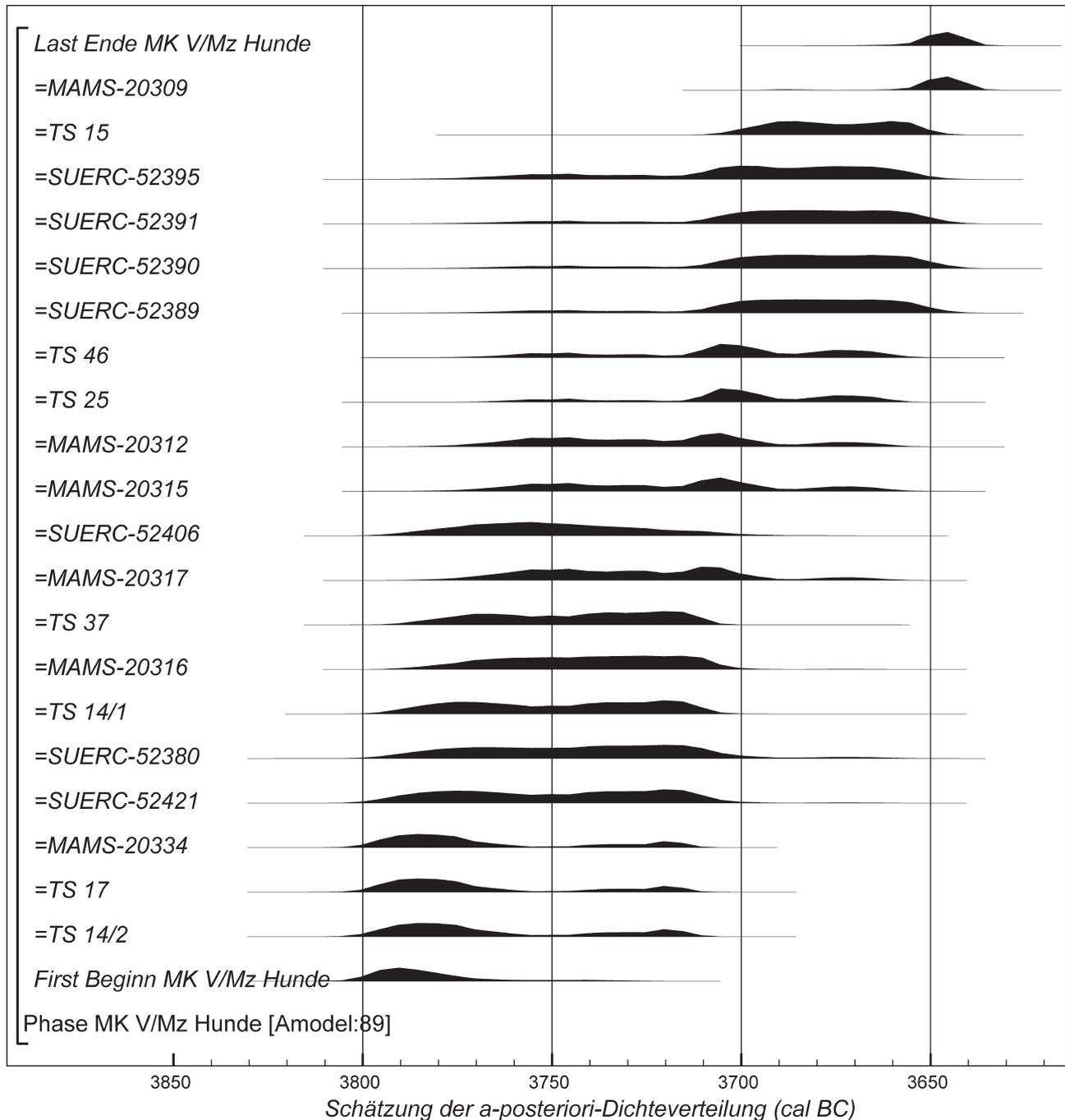


Abb. 15: Heilbronn-Klingenberg. Die höchsten *a-posteriori*-Dichteintervalle für Überreste von Hunden, die aus Kontexten der Phase MK V/ Munzungen stammen, dazu Querverweise zum hier bevorzugten Modell (Abb. 7–8 und 10–14). TS 36 aus Grube 242 fehlt, da es aus einem MK III/IV Kontext stammt; TS 38 aus Segment 194 im Außengraben fehlt, weil es aus dem Modell ausgeschlossen wurde

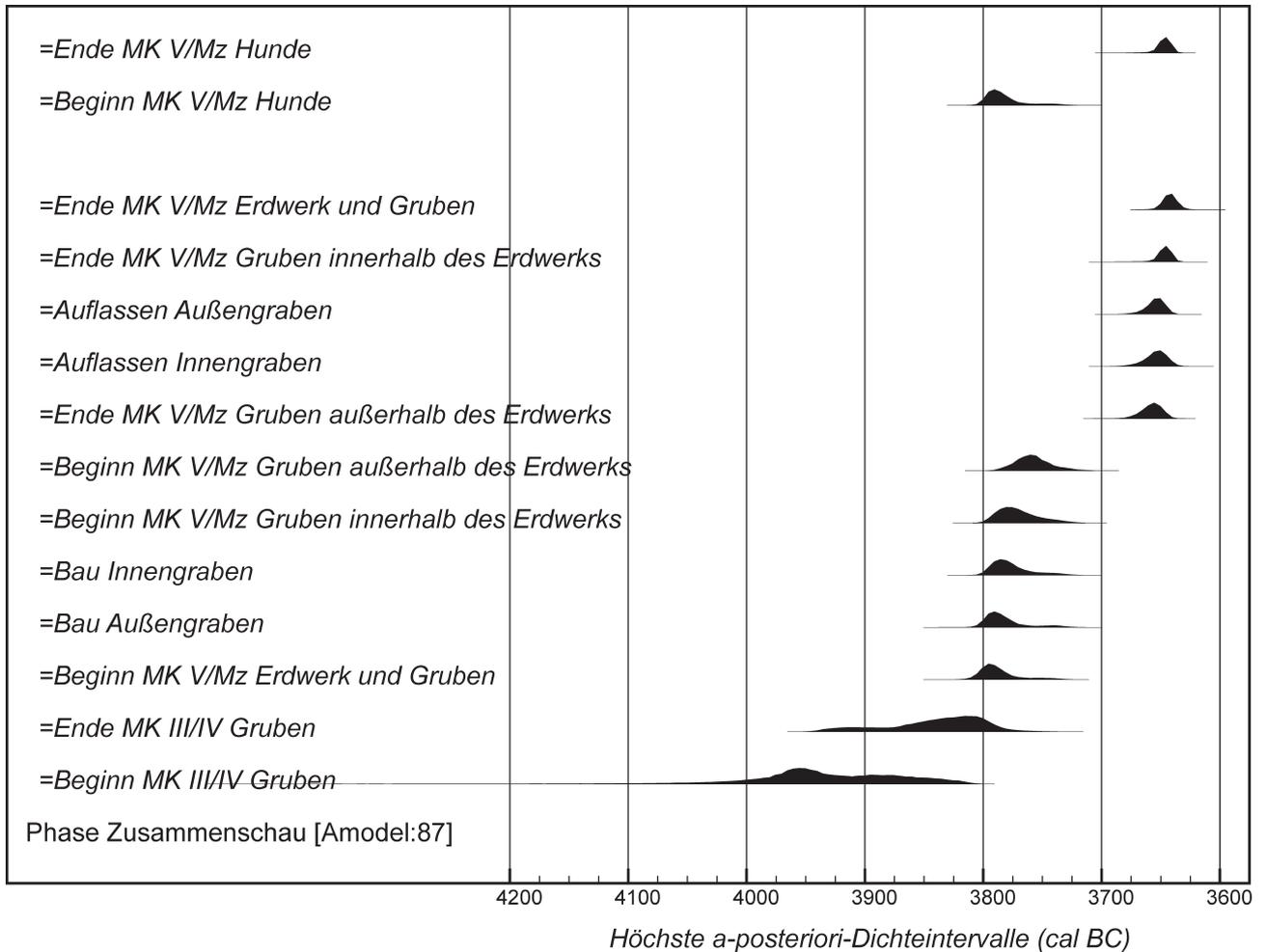


Abb. 16: Wahrscheinlichkeitsdichteverteilungen für den Anfang und das Ende verschiedener Aktivitäten in Klingenberg, wie es aus dem bevorzugten Modell folgt (Abb. 7–8 und 10–14). Die größten *a-posteriori*-Dichteintervalle für diese Parameter sind in Tab. 5 aufgelistet

Nutzung vor MK V/Munzungen

Die Nutzung während MK II ist mit typologischen Argumenten vor der Besiedlung während MK III/IV anzusetzen. Letztere beginnt 4070–3805 cal BC (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 3985–3860 cal BC (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 16: *Beginn MK III/IV-Gruben*). Die Aufgabe der MK III/IV-Gruben erfolgte dann 3935–3780 cal BC (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 3865–3790 cal BC (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 16: *Ende MK III/IV-Gruben*), nach 1–120 Jahren (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich nach 1–70 Jahren (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 17: *Laufzeit MK III/IV-Gruben*). Daraufhin folgte eine Unterbrechung von –5 bis +135 Jahren (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich –5 bis +70 Jahre (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 18: *MK III/IV–MK V/Mz*) bis zum Beginn der Besiedlung während MK V/Munzungen. Werden zusätzlich Datierungen von Proben, die

wahrscheinlich oder sicher sekundär in jüngere Befunde verlagert wurden, in die Nutzungsphase MK III/IV mit einbezogen (Abb. 9), so ändern sich die Schätzwerte nur leicht; ihre Mediane variieren um nur 14 Jahre.

Nutzung in MK V/Munzungen

Die Nutzung während MK V/Munzungen begann wahrscheinlich mit dem Bau des Erdwerks (92% Wahrscheinlichkeit). Der äußere Graben wurde 3810–3735 cal BC (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 3805–3775 cal BC (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 16: *Bau Außengraben*) aufgehoben und verfüllt. Es ist zu 71% wahrscheinlich, dass der äußere Graben vor dem inneren Graben angelegt wurde (Tab. 7). Letzterer stand 3805–3740 cal BC (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 3800–3770 cal BC (68% Wahrscheinlichkeit; Abb. 16: *Bau Innengraben*) offen. Wird

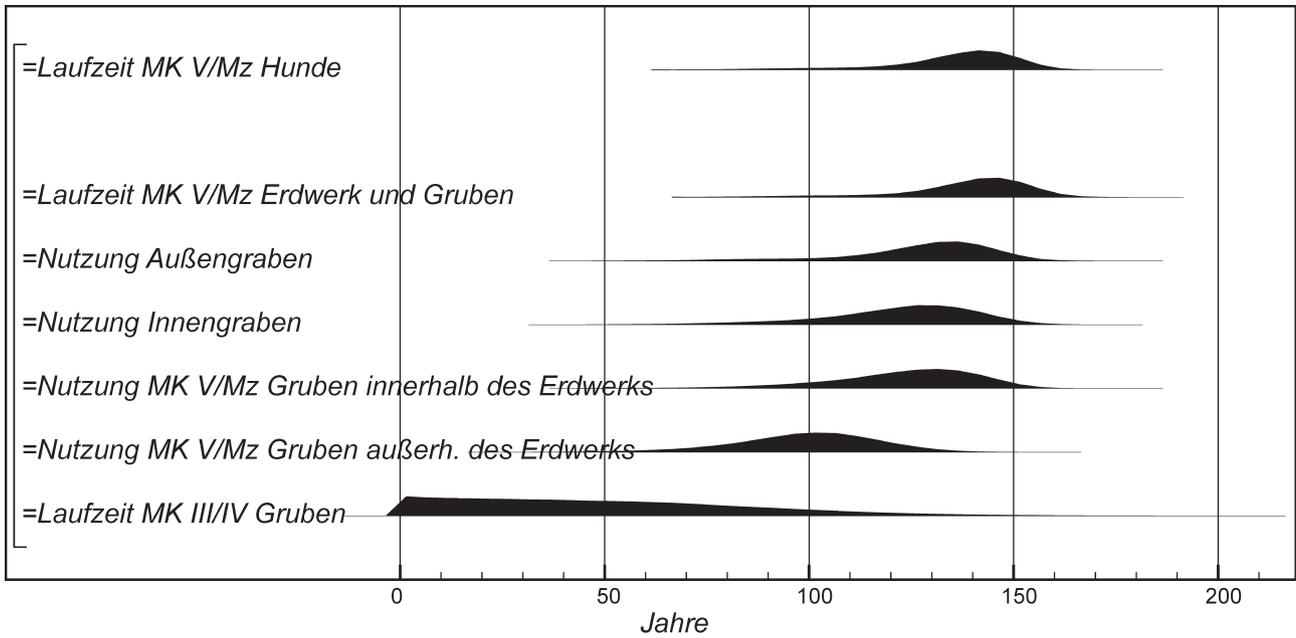


Abb. 17: Wahrscheinlichkeitsdichteverteilungen für Schlüsselereignisse von Klingenberg, wie sie aus dem bevorzugten Modell folgen (Abb. 7–8 und 10–14). Die größten *a-posteriori*-Dichteintervalle für diese Parameter sind in Tab. 6 aufgelistet

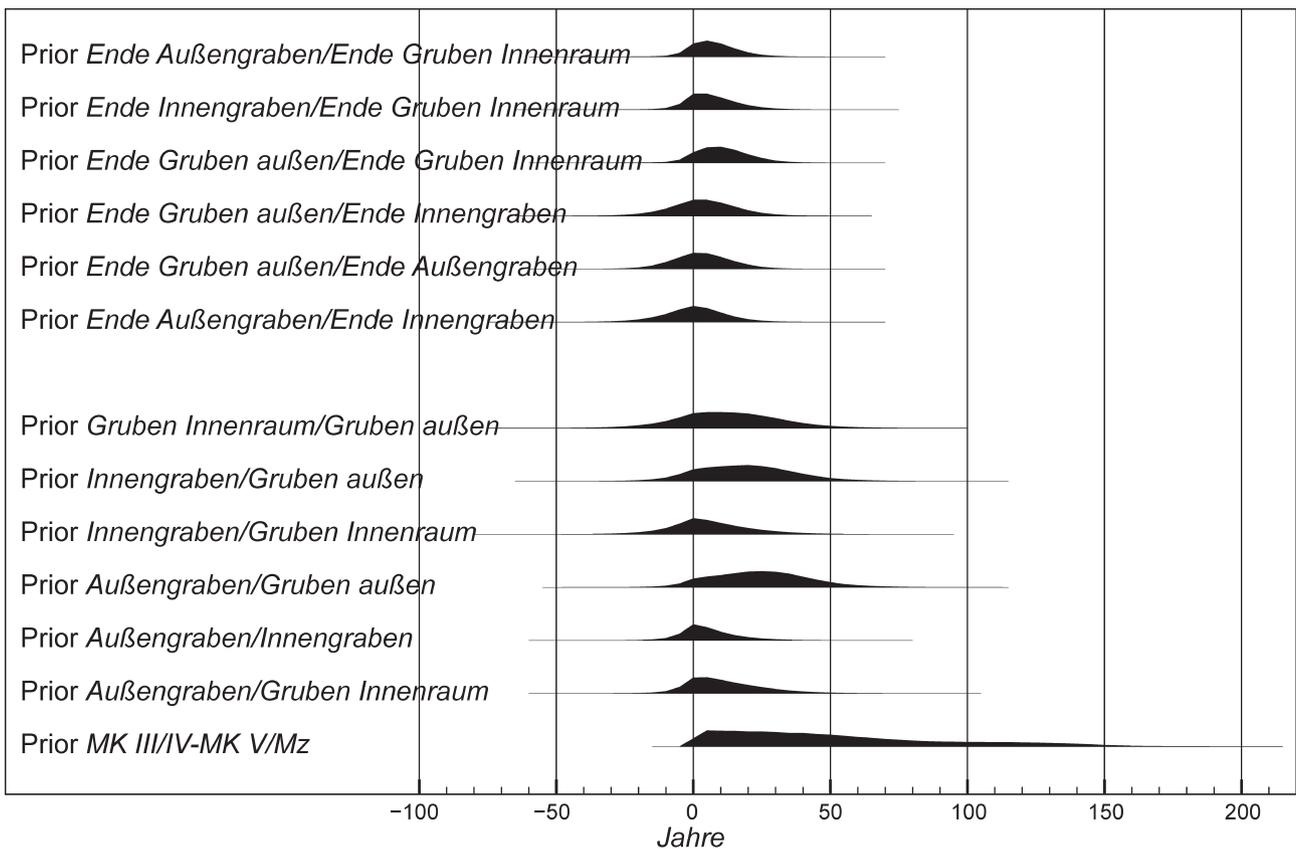


Abb. 18: Wahrscheinlichkeitsdichteverteilungen für Unterbrechungen zwischen Schlüsselereignissen in Klingenberg, wie sie aus dem bevorzugten Modell folgen (Abb. 7–8 und 10–14). Die höchsten *a-posteriori*-Dichteintervalle für diese Parameter sind in Tab. 6 aufgelistet

Tab. 5: Höchste *a-posteriori*-Dichteintervalle für die in Abb. 16 dargestellten Schlüsselparameter

| Parameter | Höchstes <i>a-posteriori</i> -Dichteintervall (cal BC) (95% Wahrscheinlichkeit) | Höchstes <i>a-posteriori</i> -Dichteintervall (cal BC) (68% Wahrscheinlichkeit) |
|--|--|--|
| Beginn MK III/IV Gruben | 4070–3805 | 3985–3860 |
| Ende MK III/IV Gruben | 3935–3780 | 3865–3790 |
| Beginn MK V/Mz Erdwerk und Gruben | 3815–3745 | 3805–3780 |
| Bau Außengraben | 3810–3735 | 3805–3775 |
| Bau Innengraben | 3805–3740 | 3800–3770 |
| Beginn MK V/Mz Gruben innerhalb des Erdwerks | 3800–3735 | 3795–3760 |
| Beginn MK V/Mz Gruben außerhalb des Erdwerks | 3790–3725 | 3780–3745 |
| Ende MK V/Mz Gruben außerhalb des Erdwerks | 3680–3640 | 3670–3645 |
| Auflassen Innengraben | 3680–3635 | 3665–3640 |
| Auflassen Außengraben | 3675–3640 | 3665–3645 |
| Ende MK V/Mz Gruben innerhalb des Erdwerks | 3665–3630 | 3655–3640 |
| Ende MK V/Mz Erdwerk und Gruben | 3660–3625 | 3650–3635 |
| Beginn MK V/Mz Hunde | 3810–3740 | 3805–3775 |
| Ende MK V/Mz Hunde | 3665–3635 | 3655–3640 |

die Differenz aus diesen beiden Schätzungen ermittelt, kann abgeschätzt werden, wie viele Jahre zwischen dem Ausheben der beiden Gräben vergingen (Abb. 18, Tab. 6). Der resultierende Schätzwert ist teilweise negativ, weil die beiden Wahrscheinlichkeitsverteilungen überlappen. Der innere Graben stand *-15 bis +35 Jahre (95% Wahrscheinlichkeit)*, wahrscheinlich *-10 bis +15 Jahre (68% Wahrscheinlichkeit)* nach dem äußeren Graben offen. Das heißt, dass beide in einem Zug ausgehoben worden sein könnten. Wenn das nicht der Fall war, so wurden sie doch sehr schnell hintereinander angelegt, insbesondere weil der Median dieser Verteilung nur 4 Jahre beträgt (Abb. 18: *Außengraben/Innengraben*). Dies erlaubt auch eine erste Schätzung, wie lange der Bau und die erste Verfüllung der beiden Grabenzüge gedauert haben könnten.

Nachdem das Grabenwerk errichtet worden war, wurden die ersten MK V/Munzungen Gruben im Inneren der Anlage ausgehoben und verfüllt, und zwar ab *3800–3735 cal BC (95% Wahrscheinlichkeit)*, wahrscheinlich ab *3795–3760 cal BC (68% Wahrscheinlichkeit)*: Abb. 16: *Beginn MK V/Mz Gruben innerhalb des Erdwerks*). Nach *-25 bis +55 Jahren (95% Wahrscheinlichkeit)*; Abb. 18: *Gruben Innenraum/Gruben Außenraum*, wahrscheinlich *-10 bis +30 Jahren (68% Wahrscheinlichkeit)*, wurden MK V/Munzungen Gruben dann auch außerhalb der Erdwerkgräben angelegt und verfüllt. Gruben der Phasen MK IV/V und MK V/Munzungen standen hier wohl ab *3790–3725 cal*

BC (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich *3780–3745 cal BC (68% Wahrscheinlichkeit)*; Abb. 16: *Beginn MK V/Mz Gruben außerhalb des Erdwerks*) offen.

Wird die Abfolge der Anfangszeitpunkte dieser Ereignisse (Tab. 7) näher beleuchtet, scheint es, als ob die Nutzung des Erdwerks und der zugehörigen Gruben nicht zu genau derselben Zeit begann, sondern dass sich hier eine gewisse Entwicklungsdauer andeutet. Diese war allerdings relativ kurz. Beispielsweise liegt der zeitliche Abstand zwischen den wahrscheinlich ältesten und jüngsten Elementen (also dem Außengraben und den Gruben außerhalb des Erdwerks) bei *-10 bis +65 Jahren (95% Wahrscheinlichkeit)*, wahrscheinlich *+5 bis +40 Jahre (68% Wahrscheinlichkeit)*; Abb. 18: *Außengraben/Gruben außen*). Die gesamte Anlage entstand also wahrscheinlich im Laufe einer Generation.

Die datierten Proben decken nicht die gesamte Grabentiefe ab, sondern stammen vor allem aus den fundreichen Ablagerungen in den unteren Schichten, die sich auf die neolithische Nutzung des Erdwerks beziehen. Dem Modell zufolge endete die Nutzung des äußeren Grabens *3675–3640 cal BC (95% Wahrscheinlichkeit)*, wahrscheinlich *3665–3645 cal BC (68% Wahrscheinlichkeit)*; Abb. 16: *Auflassen Außengraben*). Die Nutzung des Innengrabens endete *3680–3635 cal BC (95% Wahrscheinlichkeit)*, wahrscheinlich *3665–3640 cal BC (68% Wahrscheinlichkeit)*; Abb. 16: *Auflassen Innengraben*). Vergleichen wir die

Tab. 6: Höchste *a-posteriori*-Dichteintervalle für die in Abb. 17 und 18 gezeigten Laufzeiten und Intervalle

| Parameter | Jahre (höchstes <i>a-posteriori</i> -Dichteintervall (95 % Wahrscheinlichkeit)) | Jahre (höchstes <i>a-posteriori</i> -Dichteintervall (68 % Wahrscheinlichkeit)) |
|---|---|---|
| Laufzeit MK III/IV Gruben | 1–120 | 1–70 |
| Nutzung MK V/Mz Gruben außerhalb des Erdwerks | 65–135 | 90–120 |
| Nutzung MK V/Mz Gruben innerhalb des Erdwerks | 85–160 | 115–150 |
| Nutzung Innengraben | 80–160 | 110–150 |
| Nutzung Außengraben | 85–160 | 120–150 |
| Laufzeit MK V/Mz Erdwerk und Gruben | 95–170 | 135–160 |
| Laufzeit MK V/Mz Hunde | 95–165 | 130–155 |
| MK III/IV/MK V/Mz | –5 bis +135 | –5 bis +70 |
| Außengraben/Gruben Innenraum | –15 bis +45 | –5 bis +25 |
| Außengraben /Innengraben | –15 bis +35 | –10 bis +15 |
| Außengraben /Gruben außen | –10 bis +65 | +5 bis +40 |
| Innengraben/ Gruben Innenraum | –25 bis +45 | –10 bis +20 |
| Innengraben/ Gruben außen | –15 bis +55 | –5 bis +35 |
| Gruben Innenraum / Gruben außen | –25 bis +55 | –10 bis +30 |
| Ende Außengraben /Ende Innengraben | –25 bis +25 | –15 bis +15 |
| Ende Gruben außen /Ende Außengraben | –20 bis +30 | –10 bis +15 |
| Ende Gruben außen /Ende Innengraben | –25 bis +30 | –10 bis +20 |
| Ende Gruben außen /Ende Gruben Innenraum | –10 bis +35 | –5 bis +20 |
| Ende Innengraben/Ende Gruben Innenraum | –15 bis +30 | –5 bis +20 |
| Ende Außengraben /Ende Gruben Innenraum | –10 bis +30 | –5 bis +15 |

Differenz zwischen diesen beiden Verteilungen, so scheint es, dass beide Gräben genau zur gleichen Zeit aufgelassen wurden.

Gruben im Außenbereich wurden ab 3680–3640 *cal BC* (95 % Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 3670–3645 *cal BC* (68 % Wahrscheinlichkeit; Abb. 16: Ende MK V/ Mz Gruben außerhalb des Erdwerks) nicht mehr angelegt und verfüllt. Zeitlich liegt dies sehr nah am Auflösen der Gräben selbst. Wenn diese Ereignisse also nicht absolut gleichzeitig waren, dann lagen sie nur wenige Jahre auseinander. Einige Gruben im Innenraum des Erdwerks könnten noch ein wenig später genutzt bzw. verfüllt worden sein (Tab. 7). In Innenbereich endete die Nutzung von Gruben 3665–3630 *cal BC* (95 % Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 3655–3640 *cal BC* (68 % Wahrscheinlichkeit; Abb. 16: Ende MK V/Mz Gruben innerhalb des Erdwerks). Dies geht allerdings auf nur eine Messung zurück, einen Hund aus Grube 238 (Abb. 12: MAMS-20309), der

bis zu einem Jahrzehnt nach der Zerstörung des Erdwerks deponiert worden sein könnte.

All dies könnte auf ein einziges Ereignis hinweisen, in dessen Verlauf der Brand der Wall-Graben-Anlage zur Zerstörung des Erdwerks und der Aufgabe des Platzes führte. Die Tatsache, dass die Verfüllschichten oberhalb des Brandereignisses fast steril sind, deutet ebenfalls auf ein *de facto* Ende der Besiedlung nach der Zerstörung des Erdwerkes hin. Die Hundedeponierung in Grube 238 könnte daher ein kleiner, nachträglicher Akt des Gedenkens gewesen sein, sofern sie nicht in den Jahren unmittelbar vor oder am Ende des Erdwerks niedergelegt wurde.

Insgesamt dauerte die MK V/Munzungen Nutzungsphase des Platzes 95–170 Jahre (95 % Wahrscheinlichkeit) wahrscheinlich 135–160 Jahre (68 % Wahrscheinlichkeit; Abb. 17: Laufzeit MK V/Mz Erdwerk und Gruben). Der Außengraben stand 85–160 Jahre (95 % Wahrscheinlichkeit) wahrscheinlich 120–150 Jahre (68 % Wahrscheinlichkeit)

Tab. 7: Eine aus dem bevorzugten Modell abgeleitete Abfolge der Schlüsselparameter. Jede Zelle drückt die Wahrscheinlichkeit in % aus, dass das Ereignis in der ersten Spalte früher stattgefunden hat, als die Ereignisse in den folgenden Spalten. Es ist beispielsweise zu 29 % wahrscheinlich, dass vor dem Bau des äußeren Grabens damit begonnen wurde, MK V Gruben im Innenbereich anzulegen

| | <i>Beginn MK III/IV Gruben</i> | <i>Ende MK III/IV Gruben</i> | <i>Bau Außen- graben</i> | <i>Bau Innen- graben</i> | <i>Beginn MK V Gruben inner- halb des Erdwerks</i> | <i>Beginn MK IV/V und V Gruben außerhalb des Erd- werks</i> | <i>Ende MK IV/V und V Gruben außer- halb des Erdwerks</i> | <i>Auflassen Innen- graben</i> | <i>Auflassen Außen- graben</i> | <i>Ende MK V Gruben innerhalb des Erdwerks</i> |
|---|--|--|----------------------------------|----------------------------------|--|---|---|--|--|--|
| <i>Beginn MK III/IV Gruben</i> | – | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| <i>Ende MK III/IV Gruben</i> | 0 | – | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| <i>Bau Außengraben</i> | 0 | 0 | – | 71 | 82 | 93 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| <i>Bau Innengraben</i> | 0 | 0 | 29 | – | 66 | 86 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| <i>Beginn MK V Gruben innerhalb des Erdwerks</i> | 0 | 0 | 18 | 34 | – | 76 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| <i>Beginn MK IV/V und V Gruben außerhalb des Erdwerks</i> | 0 | 0 | 1 | 13 | 24 | – | 100 | 100 | 100 | 100 |
| <i>Ende MK IV/V und V Gruben außerhalb des Erdwerks</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | – | 63 | 62 | 88 |
| <i>Auflassen Innengraben</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 37 | – | 48 | 78 |
| <i>Auflassen Außengraben</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 | 52 | – | 83 |
| <i>Ende MK V Gruben innerhalb des Erdwerks</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 22 | 17 | – |

keit; Abb. 17: Nutzung Außengraben) offen, der Innengraben über eine ähnliche Zeitspanne (Tab. 6; Abb. 17).

Alternativmodelle

Das oben beschriebene bevorzugte Modell ist keineswegs die einzige Möglichkeit, die Chronologie des Fundplatzes zu interpretieren. Weitere Möglichkeiten werden im Folgenden kurz beschrieben, um festzustellen, ob die Abänderung einiger Aspekte der *a-priori*-Informationen wesentliche Auswirkungen auf die hier vorgeschlagene Chronologie hätte.

Alternative 1: Was, wenn einige der MK V/Munzingen Gruben älter sind als das Grabenwerk?

Das hier bevorzugte Modell beinhaltet keine Angaben zum heute verschwundenen Wall des Erdwerks und den Befunden, die unter ihm gelegen haben könnten, weil die Lage und die Breite des Walles nicht eindeutig bestimmt werden können. Obwohl das Ausheben der Gruben im Innenraum wohl erst nach dem Bau des Erdwerkes einsetzte, bleibt es nach wie vor möglich, dass einige dieser Gruben früher datieren (Abb. 18: *Außengraben/Gruben Innenraum, Innengraben/Gruben Innenraum*). Wird die Laufzeit beider Gräben im Modell so eingeschränkt, dass sie nach dem Beginn der MK V/Mz Gruben im Innenraum

datieren, hat das Modell insgesamt eine gute Übereinstimmung (Amodel: 72), auch wenn das mögliche Intervall zwischen dem Beginn der Gruben im Inneren und dem Ausheben der Gräben nur gering ist, für den Außengraben beträgt es *-5 bis +20 Jahre (95 % Wahrscheinlichkeit)*, wahrscheinlich *-5 bis +10 Jahre (68 % Wahrscheinlichkeit)*; Verteilung nicht abgebildet).

Alternative 2: Könnten einige MK V/ Munzigen Gruben später datieren als das Erdwerk?

Unserem bevorzugten Modell nach wurden MK V/Mz Gruben im Innenbereich noch eine kurze Zeit nach dem Auflassen der Gräben ausgehoben und verfüllt, höchstens noch *30 Jahre*, aber wahrscheinlich nicht mehr als ein Jahrzehnt lang (Abb. 18, Tab. 6: *Ende Außengraben/ Ende Gruben Innenraum*). Dies beruht auf der Datierung des Hundeskelettes aus Grube 238. Es gibt zudem Argumente, die dafür sprechen dass einige weitere Gruben später datieren könnten als das Erdwerk. Gruben 236 und 346, beide im Innenbereich der Anlage, könnten Material enthalten, dass zeitgleich mit dem Niederbrennen der Palisade ist (Seidel 2008a, 248–249). Sie könnten daher nach dem Brandereignis verfüllt worden sein; aus 346 wurde typologisch späte Keramik geborgen, darunter ein flachbodiger Tulpenbecher und eine Tasse (Seidel 2008b, Taf. 120; 121). Zwei andere Befunde könnten aus räumlichen und chronologischen Gründen nach der Zerstörung des Erdwerkes verfüllt worden sein. Die Messung aus Grube 171, die vielleicht im Bereich unter dem ehemaligen Wall liegt, ist – wie bereits erläutert – zu jung um älter als die Wallaufschüttung zu datieren. Sie könnte daher später genutzt worden sein. Grube 73 war wohl kaum zeitgleich mit dem Außengraben, da sie genau in der Mitte des Grabensystems und knapp vor einer Erdbrücke lag, am Durchlass zwischen 74 und 71 (Abb. 2). Die Datierung ist hier ebenfalls zu jung, als dass die Grube vor dem Bau des Erdwerkes angelegt worden sein könnte. Die Datierungen aus den Gruben 73, 171 und 346 sind *termini post quos*, da sie an einzelnen Tierknochen gemessen wurden (Abb. 14: *SUERC-52417*; Abb. 13: *Hd-15522–16384, -15528–16337*). Diese Gruben könnten also durchaus später datieren. Nur die Getreideproben aus Grube 236 und das Hundeskelett aus Grube 238 werden im bevorzugten Modell als gleichzeitig mit ihren Kontexten angesehen (Abb. 12: *KIA-21431, MAMS-20309*). Werden alle fünf diskutierten Gruben als nach der Aufgabe des Erdwerkes fallend modelliert, weist das Modell noch immer eine gute Übereinstimmung auf (Amodel: 92). Die Zeitspanne zwischen dem Auflassen des

Außengrabens und dem Verfüllen der Gruben wird auf *-5 bis +30 Jahre (95 % Wahrscheinlichkeit)*, wahrscheinlich *+5 bis +20 Jahre (68 % Wahrscheinlichkeit)*; Verteilung nicht abgebildet) geschätzt. Mit anderen Worten, selbst wenn weitere Gruben nach dem Fall der Grabenanlage datiert würden, würde die Zeitspanne der Nutzung insgesamt gleich bleiben – das Ausheben der Gruben scheint innerhalb etwa eines Jahrzehnts aufgehört zu haben, wie auch im bevorzugten Modell (Abb. 18: *Ende Außengraben/ Ende Gruben Innenraum; Ende Innengraben/Ende Gruben Innenraum*).

Alternative 3: Was, wenn einige Datierungen signifikant von Ernährungs-Offsets beeinflusst worden wären?

Die letzte Empfindlichkeitsanalyse untersucht die Möglichkeit, dass Süßwasser- und anadrome Fische in der Ernährung der Hunde von Klingenberg einen Reservoir-Effekt auf deren Radiokarbonaten ausgeübt haben. Das in Abb. 7–8 und 10–14 definierte Modell wurde noch einmal mit IntCal13 nachgerechnet, wobei eine voll terrestrische Nahrung und eine individuelle Kalibrationskurve für jeden Hund zu Grunde gelegt wurden. Die Kurve beinhaltet ein Reservoir-Offset von 500 ± 100 BP in dem Verhältnis, wie es die mittels des FRUITS-Modells vorgeschlagene Ernährung für das betreffende Tier nahelegt (Tab. 4).

Dieses Modell hat eine gute Übereinstimmung (Amodel: 77; Modell nicht abgebildet). Insgesamt verschieben sich die Enddaten der Hauptereignisse aus Tab. 5 nur um einige Jahre (obwohl das Ende der MK III/IV-Gruben bis zu eine Generation später stattgefunden haben könnte). Die vorgeschlagenen Anfangszeitpunkte für dieselben Ereignisse reagieren empfindlicher auf dieses Alternativmodell und datieren jeweils etwa ein halbes Jahrhundert später. Dementsprechend reduziert sich auch die Länge dieser Aktivitätsperioden um 40–50 Jahre. Wenn Teilskelett 38, das aus dem bevorzugten Modell ausgeschlossen worden war, weil es dort eine schlechte Übereinstimmung zur Folge hatte, in das Mischkurvenmodell mit einbezogen wird, so hat auch dieses Modell insgesamt eine gute Übereinstimmung (Amodel: 72) und das stratigraphische Verhältnis zwischen den beiden Hunden (Teilskelette 17 und 38) in Abschnitt 214–165–194 im Außengraben ist nicht mehr problematisch.

Innerhalb der Genauigkeitsspanne der modellierten Chronologie für Klingenberg könnten solche Offsets für die weitere Interpretation wichtig sein (vor allem für ein dendrochronologisches Zeitgerüst). Wir bleiben jedoch skeptisch, was die Genauigkeit dieses Modells angeht.

Zunächst liefern die beiden bereits beschriebenen nicht perfekten „perfekten Paare“ keinen Hinweis für einen Reservoireffekt im Alter der beiden Hunde TS 15 (mit einem geschätzten Süßwasserfischkonsum von $4\pm 4\%$) und TS 36 (mit einem geschätzten Süßwasserfischkonsum von $13\pm 10\%$). Obwohl die Variationsbreite der $\delta^{15}\text{N}$ -Werte bei den Hunden darauf hinweist, dass sie etwas Fisch konsumiert haben, sind Süßwasserreservoireffekte extrem variabel, und der Effekt für den Neckar könnte nicht genau dem Wert entsprechen, der im Modell eingesetzt wurde. In Erinnerung gerufen wird auch, dass die hier vorgestellte Ernährungsanalyse auf einer eher mageren Vergleichsbasis der stabilen Isotope für Fisch aufbaut. Vor diesem Hintergrund wird vorgeschlagen, dass das mit IntCal13 errechnete Modell dem hier diskutierten vorzuziehen ist, da nicht genügend Informationen über den örtlichen Süßwasserreservoireffekt vorliegen. Diese Empfindlichkeitsanalyse zeigt jedoch, dass – falls eine Reservoir-Korrektur nötig sein sollte – sie die Schätzungen für den Anfang und die Laufzeit der Aktivitäten mehr beeinflusst als die Schätzungen für deren Ende, und dass sie nicht größer als ein halbes Jahrhundert ausfallen würde.

Diskussion

Das oben vorgestellte bevorzugte Modell hat verschiedene Auswirkungen, sowohl auf unsere Interpretation von Klingenberg „Schlossberg“ als auch für unser Verständnis des Phänomens der MK und anderer Erdwerke. Es liefert zudem eine erste Vergleichsmöglichkeit mit anderen Methoden der Chronologiebildung, im Fall der Michelsberger Kultur durch Typologie, Seriation und Dendrochronologie.

Die Geschichte von Klingenberg

Die hier vorgestellten bayesschen Schätzwerte für die Chronologie von Klingenberg untermauern teils frühere Interpretationen (Seidel 2008a), teils revidieren sie sie. Die sporadische Aktivität während MK II bleibt undatiert, aber die Besiedlung während MK III/IV kann jetzt zeitlich abgesteckt werden und wir konnten zeigen, dass sie wahrscheinlich über die wenigen bisher über keramisches Material fassbaren Gruben auf dem Geländesporn hinausging. Eine dieser MK III/IV-Gruben, 242, enthielt eine Hundedeponierung. Wurde der Platz damit schon als besonderer Ort hervorgehoben? Hundedeponierungen sind jedoch in der MK nicht auf Fundplätze mit einem Erdwerk beschränkt (Lüning 1967, 267; Seidel 2004, 152–153

Abb. 78), es ist daher fraglich, inwieweit sie einen Ort als besonders kennzeichnen. In jedem Fall fanden Hundedeponierungen auf dem „Schlossberg“ nicht nur während einem Zeithorizont statt. Der „Schlossberg“ scheint auch nicht kontinuierlich genutzt worden zu sein. Das Grabensystem wurde erst für die Nutzung während MK V/Munzungen errichtet und das Modell zeigt eine Unterbrechung zwischen den Phasen MK III/IV und MK V/Munzungen an (Abb. 18; Tab. 6: *MK III/IV–MK V/Mz*).

Die wesentlichsten Veränderungen in der Interpretation haben sich für die Hauptnutzungsphase während MK V/Munzungen ergeben. Bisher wurde angenommen, dass ein Teil der Gruben, namentlich außerhalb des Grabensystems vor dem Bau und der Nutzung des Erdwerks angelegt wurde (Seidel 2008a, 331–332). Die modellierten Ergebnisse weisen jedoch darauf hin, dass sämtliche Gruben der Nutzungsphase MK V/Munzungen nach dem Bau des Erdwerks ausgehoben worden sein dürften und dass zumindest einige der Gruben im Innenraum des Grabensystems noch vor den Gruben im Außenbereich genutzt wurden (Abb. 16; Tab. 7).

Was das Erdwerk selbst betrifft, so scheint die Bauabfolge sehr rasch von statten gegangen zu sein. Die beiden Gräben dürften Teil des gleichen Bauprojektes oder aufeinanderfolgende Schritte des gleichen Vorhabens gewesen sein. Dabei wurde wahrscheinlich der äußere vor dem inneren Graben angelegt, so dass der Aushub zu einem einzigen Wall aufgeschüttet werden konnte, ohne über den Innengraben transportiert werden zu müssen. Unabhängig davon, ob es zwischen dem Bau der beiden Gräben eine Unterbrechung gab oder nicht, hätte sich der Arbeitsaufwand für das Erdwerk für einen Bautrupps von 25 Personen auf etwa drei Monate belaufen (Seidel 2008a, 226–229).

Der Bau der Grabenanlage könnte eine Reaktion auf verschiedene Bedrohungen in unruhigen Zeiten gewesen sein, die es erforderlich machten, einen gut zu verteidigenden Geländesporn mit Gräben und einem Wall abzusichern. Doch einen unumstößlichen Beweis für eine Verteidigungsfunktion oder einen feindlichen Angriff auf die Anlage bietet selbst das Ende des Erdwerks mit den brennend in die Gräben gestürzten Holzkonstruktionen nicht. Ebenso gut könnten die Brandspuren als eine rituelle Handlung aus Anlass der Aufgabe des Erdwerkes interpretiert werden, wie sie beispielsweise aus der Geschichte der *pa* genannten Einhegungen der Maori auf Neuseeland bekannt ist, wenn etwa ein *tapu* nach dem Tod eines wichtigen Gemeinschaftsmitglieds ausgerufen wurde (Fox 1976, 11; Seidel 2008a, 384).

Das hier vorgestellte Modell wirft zudem ein neues Licht auf die Nutzung des Außenbereiches, wonach dessen

Nutzung nicht als älter, sondern in einer gewissen Gleichzeitigkeit mit der Existenz des Grabensystems einzuschätzen ist. Besonderheiten, wie das Vorkommen von Tassen (Seidel 2008a, 289 Abb. 222), Miniaturrätzen (Seidel 2008a, 301 Abb. 226), Spuren von Kupferverarbeitung (Seidel 2008a, 313 Abb. 248) oder der Lachsreste (Torke 2008, 456 Abb. 12), die sich alle ganz überwiegend nur außerhalb der Erdwerksgräben fanden, wären dann weniger in einem chronologischen Sinn zu interpretieren. Vielmehr wären soziale Ursachen zu erwägen, etwa eine temporäre Nutzung des Außenbereichs für saisonale Ereignisse, oder gar durch eine sonst nicht in der Anlage ansässige Bevölkerung. Das Modell einer einfachen „Rinderaustauschstation“ dürfte wohl zu kurz greifen, da eine Dominanz des Hausrinds nicht für Fundstellen der MK allgemein festgestellt werden kann und anstelle des Austausches lebender Rinder, auch der Austausch bereits geschlachteter Tier Teile zu erwägen ist (Stephan 2008, bes. 235 ff.; Steppan 2003). Was den Nutzungszeitraum des Grabensystems betrifft, so ergibt sich ein Widerspruch zwischen den hier vorgeschlagenen Schätzungen von wahrscheinlich über 100 Jahren Nutzungszeit (Abb. 17; Tab. 6: *Nutzung Innengraben; Nutzung Außengraben*), und dem starken Eindruck einer schnellen Verfüllung, gefolgt vom Kollaps des inneren Walles und dem Auflösen des Fundplatzes innerhalb nur weniger Jahre, wie es die Betrachtung der Befunde nahelegt (siehe Abb. 3). Es erscheint möglich, dass die Nutzungszeit einiger Grabenabschnitte durch Nachgrabungen bzw. Wiederausheben verlängert wurde. Allerdings gibt es dafür keine direkten Nachweise, wie etwa gekappte Verfüllschichten. Einige Grabenabschnitte könnten jedoch während ihrer Nutzung wiederholt vollständig geräumt worden sein. Ein Argument hierfür wäre die dünne Schicht aus tonigem Sediment, die nicht in allen Segmenten dokumentiert wurde. Da sich diese Schicht in stehendem Wasser bildete, deutet sie auf ein extrem nasses Wetterereignis unmittelbar nach dem Ausheben der betreffenden Segmente hin, während dem das Wasser nicht sofort durch den Löss hindurchsickern konnte. Dass diese Schicht in einigen Abschnitten fehlt, könnte darauf hinweisen, dass diese Segmente zeitversetzt angelegt wurden, vielleicht nur um Tage oder Wochen, oder dass sie einige Zeit nach ihrem Bau noch einmal vollständig ausgeräumt wurden, wobei ältere Schichten restlos entfernt wurden. Die zweite Möglichkeit lässt sich durch die Beobachtung untermauern, dass verstürzte Konstruktionselemente, und zwar sowohl verkohlte Hölzer als auch Steinmaterial, in genau den Abschnitten und Segmenten fehlen, die auch keine Tonschicht aufweisen. Möglicherweise wurde beides zusammen entfernt, auch wenn Konstruktionselemente manchmal auch in Abschnitten fehlen,

in denen die vom Wasser abgelagerte Tonschicht dokumentiert wurde (Seidel 2008a, 225–226; Abb. 180; 181). Wurden die Abschnitte ohne diese unterste Tonschicht tatsächlich nachträglich geräumt, so müsste dies kurz nach dem Bau der Anlage passiert sein, da es beispielsweise keinen nennenswerten Unterschied zwischen der absoluten Chronologie von Grabenbereich 169 in Segment 225–169–195 im Innengraben, wo sowohl die Tonschicht als auch verstürzte Konstruktionselemente vorhanden sind, und Abschnitt 435–436–437–438–439 weiter südlich im selben Graben gibt, wo beide Schichten fehlen (Abb. 11). Abschnitt 431–432–433–433a–433b am südlichen Ende des Außengrabens ist das einzige Segment, in dem Hinweise auf eine Nachgrabung erkennbar sind. Eine Erdbrücke im Bereich 433 wurde bis zu einem gewissen Niveau unter der Oberkante des Segments gekappt und von humosen Schichten bedeckt. Das könnte bedeuten, dass der obere Teil der Erdbrücke abgegraben wurde, als das Grabenwerk selbst bereits teilweise verstürzt war und Bodenbildungsprozesse in den Gräben eingesetzt hatten (Seidel 2008a, 201). Aus keinem der Segmente dieses Abschnitts wurden Proben datiert. Die Geschichte dieser Gräben könnte also in ihren frühen Phasen komplexer sein, als es zunächst den Anschein hat.

Auf dem „Schlossberg“ von Klingenberg fanden unterschiedliche Aktivitäten statt. Im bevorzugten Modell folgte das Ausheben von Gruben im Innenraum und deren Wiederverfüllung relativ schnell auf den Bau des Grabenwerkes. Gruben im Außenbereich wurden später angelegt (Abb. 16; 18), was auf eine ruhigere Phase des Platzes nach dem Anlegen des Erdwerkes hindeuten könnte, oder auf einen eigenen Aktivitätsrahmen, in welchem diese Gruben eine Rolle spielten. Ob eine Grube sich im Innen- oder Außenbereich befand, beeinflusste jedenfalls, was dort niedergelegt wurde. Einige Materialgruppen wurden ausschließlich oder fast ausschließlich im Außenbereich aufgefunden; neben den oben genannten Tassen, Tonäxten, Metallurgie- oder Lachsresten sind dies auch Gehörne von Auerochsen (Seidel 2008a, Abb. 203), und rundbodige Gefäße (Seidel 2008a, 261–262: Typen 6 und 7). Die auffällige Beschränkung etwa der Lachsreste (Torke 2008, 456 Abb. 12), der Kupferfunde und Schmelztiegelfragmente auf die Gruben außerhalb des Erdwerkes und den äußeren Graben (Seidel 2008a, Abb. 248), könnte der Brandgefahr oder aber sozialen wie auch saisonalen Komponenten geschuldet sein. Klingenberg ist bisher der einzige bekannte Fundplatz der MK mit dem Nachweis von Kupferverarbeitung und von Fischresten, so dass Vergleiche fehlen.

Ein Eindruck zur Intensität der Nutzung der Bereiche innerhalb und außerhalb der Gräben lässt sich gewinnen,

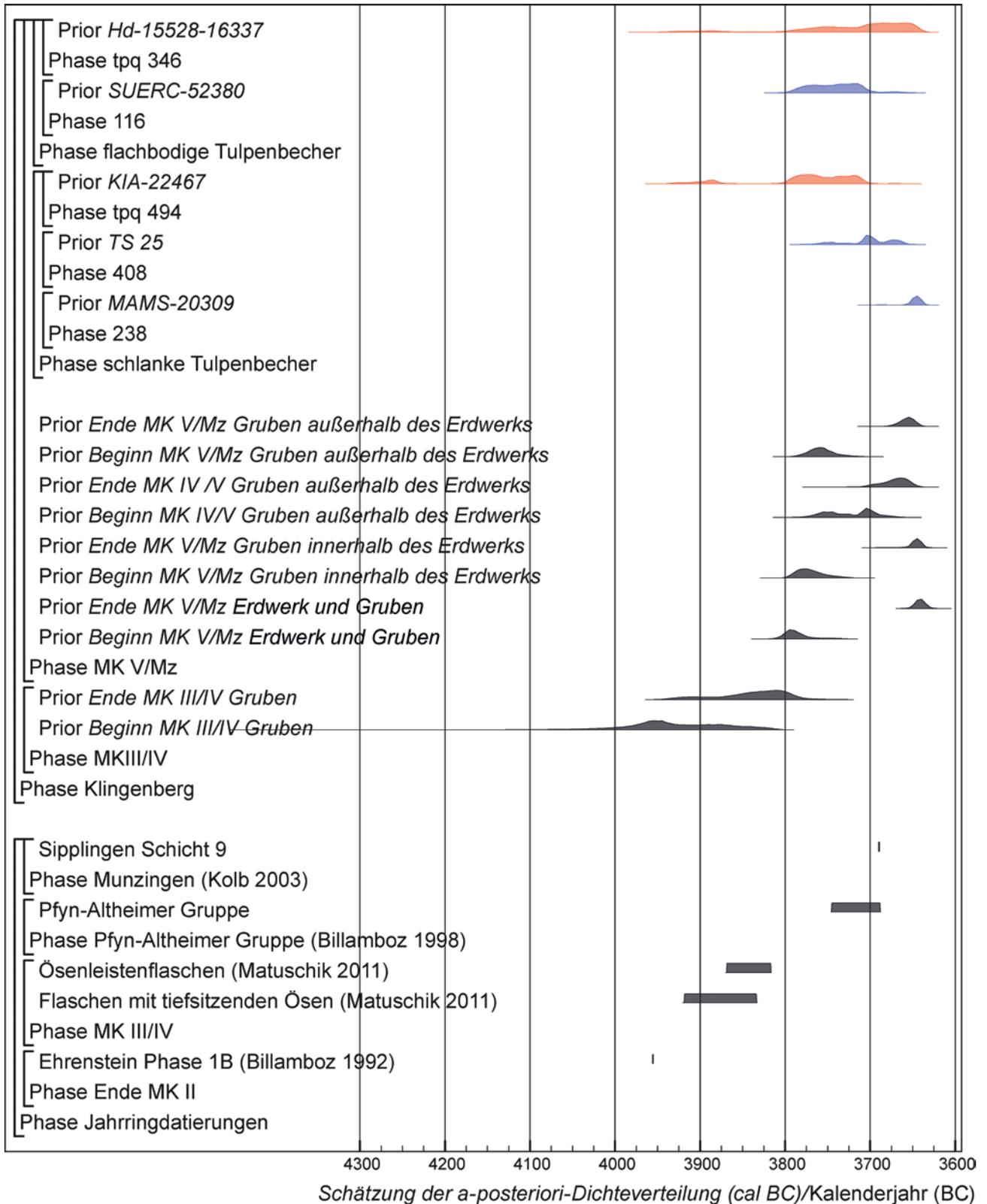


Abb. 19: Schlüsselparameter für Datierungen für Kontexte mit hohen sowie flachbodigen Tulpenbechern aus Klingenberg, wie sie aus dem bevorzugten Modell folgen (Abb. 7–8 und 10–14); eingefügt wurden gesicherte Jahrringdatierungen für Stationen des Voralpenlandes mit vergleichbarem Inventar

wenn die Anzahl der MK V/Mz Gruben (etwa 300; Seidel 2008a, 229) durch die Dauer der MK V/Mz Besiedlung (95–170 Jahre (95% Wahrscheinlichkeit), wahrscheinlich 135–160 Jahre (68% Wahrscheinlichkeit); Abb. 17: Laufzeit MK V/Mz Erdwerk und Gruben) geteilt wird. Sollten die Gruben über diesen Zeitraum hin in einer konstanten Zahl angelegt worden sein, dann wurde wohl nur eine, zwei oder drei Gruben pro Jahr ausgehoben. Es könnten aber auch seltener, dann aber mehrere Gruben gleichzeitig angelegt worden sein, so dass die Aktivitäten in Klingenberg ebenso gut episodisch und nicht kontinuierlich gewesen sein könnten. Hundedeponierungen wurden die gesamte MK V/Mz Phase über angelegt (Abb. 16).

Die formalen Schätzungen unterstützen in hohem Maße eine Interpretation, wonach die Zerstörung des Erdwerkes und die Aufgabe des Außenbereiches ein einziges Ereignis darstellen. Lediglich im Innenraum wurden wahrscheinlich noch eine kurze Zeit lang weitere Gruben ausgehoben, allerdings in kleinem Maßstab. Ein einziger Endpunkt für den gesamten Fundplatz könnte für ein Szenario unruhiger Zeiten sprechen, wobei erste Bedrohungen zum Bau des Erdwerkes führten, diesem dann eine Nutzungsperiode im Innen- und Außenbereich folgte und dann ein feindlicher Angriff mit Brandereignis die endgültige Aufgabe erzwangen. Einige wenige, kleine Gedenkakte oder aber eine Nachnutzung, für die das Grabensystem nicht wesentlich war, könnten eine kurze Zeit danach stattgefunden haben. Alternativ könnte ein einziger Endpunkt – wie bereits dargelegt – auch mit einer friedlichen, geplanten Zerstörung und Aufgabe des Erdwerkes in Verbindung gebracht werden.

Typologie und Chronologie Michelsberger Keramik

Die Ergebnisse des ToTL-Projektes haben Auswirkungen auf die bisher auf die Michelsberger Keramik angewendeten Chronologiesysteme (Lüning 1967; Höhn 2002). Abb. 19 zeigt die Schlüsselparameter für Klingenberg, zusammen mit den einzelnen Daten für Befunde mit hohen Tulpenbechern und flachbodigen Tulpenbechern. Dendrodaten, die sicher mit dem jeweiligen Keramiktyp zu verknüpfen sind, werden ebenfalls aufgeführt. Der knappe Vergleich beschränkt sich auf Jahrringdatierungen, die sowohl mit einem archäologischen Kontext als auch mit charakteristischen Keramikfunden der MK korreliert werden können. Die Datierungen für Fundplätze wie Thayngen „Weiher“ und Nußbaumer See „Inseli“ werden daher ausgeschlossen.

Die Jahrringdatierungen der Bauphase IB von Ehrenstein in Oberschwaben mit einem Fälldatum von 3955

BC (Billamboz 1992, 87) ergeben ein Datum für das Ende von MK II, das kompatibel mit dem hier angenommenen Beginn der MK III/IV-Gruben in Klingenberg ist (*Beginn MK III/IV-Gruben*; Abb. 19).

Die geschätzte Dauer der MK III/IV Besiedlung in Klingenberg stimmt gut mit den dendrochronologisch erfassten Zeitspannen für charakteristische Formen der Stufen MK III und MK IV überein, die jüngst durch Matuschik (2011, 271–274) herausgearbeitet wurden. Für Seeufersiedlungen in Südwestdeutschland liegen demnach Dendrodaten zwischen 3919 und 3834 BC für Inventare mit Ösenkranzflaschen mit tief sitzenden Ösen vor, die MK III charakterisieren, während für Kontexte mit Ösenleistenflaschen, die für MK IV definierend sind, Dendrodaten zwischen 3869 und 3817 BC verfügbar sind. Demnach verbleibt für die Dauer der Stufe MK III nur etwa ein Jahrhundert, anstelle der bislang angenommen drei Jahrhunderte (Höhn 2002, 193). Zudem überlappen sich die Laufzeiten der beiden Flaschentypen und nach wie vor besteht ein Problem, MK III und MK IV typologisch nur aufgrund der An- bzw. Abwesenheit der eher seltenen Ösenleistenflaschen zu trennen. Aus diesem Grund wurde die Keramik beider Stufen hier zu MK III/IV zusammengefasst (wie auch bei Seidel 2008a, 331; 388, Anhang 2; dies entspricht Höhns [2002] „Intervall 3c“).

Einige Details zur absoluten Datierung und zum Zeitraum der MK V/Munzingen Aktivitäten in Klingenberg verdienen es, hervorgehoben zu werden. Gruben, die Keramik mit typologischen Elementen der Stufen MK IV und MK V enthielten, führten zur Interpretation, dass diese Gruben vor dem Bau des Erdwerkes ausgehoben worden sein könnten (Seidel 2008a, 287–291). Die im Rahmen des ToTL-Projektes durchgeführten Datierungen für drei dieser Inventare, alle an Hunde(teil)skeletten und alle von außerhalb des Erdwerkes (Abb. 13: *SUERC-52391, -52395, TS 46*), erlauben es, den Beginn und das Ende der MK IV/V Inventare abzuschätzen (Abb. 19: *Beginn MK IV/V-Gruben außerhalb des Erdwerkes, Ende MK IV/V-Gruben außerhalb des Erdwerkes*). Interessanterweise fallen deren absolute Daten in, und nicht vor die Zeitspanne für MK V/Munzingen Inventare ohne MK IV Elemente (Abb. 19: *Beginn MK V/Mz Gruben außerhalb des Erdwerkes, Ende MK V/Mz Gruben außerhalb des Erdwerkes*). Damit dürften die MK IV/V Inventare zeitgleich mit den MK V/Munzingen Inventaren sein.

Höhn (2002, 181) nahm für Klingenberg mehrere Besiedlungsphasen an, da sich acht Grubeninventare über ihre Seriationsintervalle 4b und 4c verteilten, die das späteste Michelsberg abdecken. Diese Trennung der Intervalle 4b und 4c konnte bei Seriationen des Gesamtinventars von Klingenberg nicht bestätigt werden. Grundsätz-

lich konnte das Gesamtinventar von Klingenberg nicht in stilistische Phasen oder gar Besiedlungsphasen unterteilt werden (Seidel 2008a, 295–298; 317). Die vorgelegten absoluten Daten unterstützen somit die auf Basis der Seriationen aufgestellte Hypothese einer Gleichzeitigkeit von MK IV und MK V/Munzingen Elementen.

Obwohl Tulpenbecher in allen Bereichen des Fundplatzes zahlreich auftreten (Seidel 2008a, Abb. 221), sind nur fünf Datierungen direkt mit ihnen assoziiert. Diese Datierungen weisen darauf hin, dass Tulpenbecher bis zum Ende der Besiedlung weiter genutzt wurden, parallel zu den flachbodigen Gefäßen, die als Munzinger Formen angesehen werden (Abb. 19).

Eine mutmaßliche Phase „MK VI“ ohne Tulpenbecher, wie durch Biel (1987) vorgeschlagen, kann auf Grundlage der ¹⁴C-Chronologie von Klingenberg ausgeschlossen werden, wie dies bereits auf der Basis der Seriationen von Höhn (2002, 181) und Seidel (2008a, 298) erfolgte. Beim Fehlen von Tulpenbechern im spätesten MK Intervall („Intervall 4c“, Höhn 2002, 183) im Bodenseegebiet und im Oberrheintal dürfte es sich demnach um ein regionales Spezifikum handeln.

Lüning (1967, 91–97; vgl. Jeunesse 1989) sah Munzingen als eine oberrheinische Regionalgruppe an, die er zeitgleich mit MK III und MK IV ansetzte und für die er seinerzeit keinen Hinweis für ein Andauern noch während MK V hatte. Höhn (2002, 171–181 Abb. 169) konnte mit neuerem Material dann zeigen, dass flachbodige Keramik charakteristisch für das Ende der MK Keramikentwicklung ist, d. h. für MK V und Munzingen, und dass erste Flachböden bereits mit Elementen auftreten, die die Stufe MK IV charakterisieren. Diese Einschätzung wurde mit dem Klingenger Material bestätigt (Seidel 2008a, 249–299), für das keine Trennung von Gruben mit MK und Munzingen Inventaren vorgenommen werden konnte. Munzingen ist vielmehr als „Stil“ aufzufassen, der zum klassischen Formenspektrum der MK hinzutritt. Dies scheint auch im Rheintal der Fall zu sein. Im unteren Elsass und der Kaiserstuhlregion Baden-Württembergs kann der Beginn der Munzinger Keramik typologisch auf die Stufe MK III/IV bzw. den Anfang von MK IV fixiert werden (Dieckmann 1991, 207; Höhn 2002, 233; Lefranc 2001, 121–124), wohingegen aus dem Neckarland noch kein Inventar bekannt ist, das hier den Beginn von Munzingen repräsentieren könnte (Seidel 2008a, 321–323).

Ösenleistenflaschen, die die Stufe MK IV definieren, wurden bisher an keinem Fundplatz gefunden, der später als 3817 BC datiert (Matuschik 2011, 280). Im Formenbestand der MK werden sie durch eine Reihe flachbodiger Flaschenvarianten mit kurzem Hals, meist ohne Ösen abgelöst (Höhn 2002, Abb. 198, „F4“). Diese Flaschen hat

Michelsberg mit Pfyn und Pfyn-Altheim gemeinsam und sie sind auch im Klingenger Material zu finden (Seidel 2008b, Taf. 107.6; 117.6; 136.2; 152.5; 155.1; 162.3,5). In den Fundplätzen des Alpenvorlandes treten die flachbodigen Flaschen („F4“) ab etwa 3800 BC auf (Zürich „Seefeld“ Schicht 9: 3804–3827 BC = frühes Pfyn) (Kolb 2003, 42), was gut zur Datierung der MK V/Munzingen Belegung von Klingenberg passt.

Für Keramik der Pfyn-Altheimer Gruppe, die Ähnlichkeiten mit der MK V/Munzingen Keramik von Klingenberg aufweist, liegen von Fundplätzen im südwestdeutschen Federseegebiet dendrochronologische Datierungen der Kategorie A vor, die zwischen den Jahren 3745 und 3688 BC liegen (Billamboz 1998, 164) (Abb. 19). Eine Munzinger Gefäßform (Topf Typ 12,2) von Sipplingen am Bodensee aus Schicht 9, vergesellschaftet mit flachbodigen Flaschen, wird von einem liegenden Pfosten auf 3689 BC datiert (Matuschik 2011, 279 Abb. 183; Kolb 2003, 33–7 Taf. 6,20; 7, 29–30; vgl. Seidel 2008a, 326–330).

Damit wird klar, dass in Zukunft eine Kombination verschiedener Herangehensweisen notwendig ist, insbesondere für Gebiete, in denen keine präzise Datierung durch die Dendrochronologie möglich ist. Die typologisch ermittelten Ordnungssysteme müssen nicht immer chronologisch sein. Verschiedene Methoden und die quantifizierten, probabilistischen Schätzwerte für Datierungen, wie sie mittels formaler Modelle aus Radiokarbonaten an stringent ausgewählten Materialien errechnet werden, können effektiv miteinander kombiniert werden.

Weitreichendere Auswirkungen

Die Datierung von Klingenberg ist auf drei über den Fundplatz hinausgreifenden Ebenen relevant: Für die Region, in der sich der Fundplatz befindet; allgemein für den Charakter und die Verbreitung der Michelsberger Erdwerke sowie das Phänomen der Ostdrift der MK (vgl. Geschwinde 2013); und weiter entfernt für das Auftreten segmentierter Grabenwerke in Südengland ab den letzten Jahrzehnten des 38. Jahrhunderts cal BC (Whittle *et al.* 2011).

In einigen Regionen der MK finden sich lokale Konzentrationen von Erdwerken, beispielsweise im Neckarland und im Kraichgau im nördlichen Baden-Württemberg; am nördlichen Oberrhein und weiter rheinabwärts in der Kölner Bucht; um Soest in Westfalen; in Ostfrankreich in den Tälern der Aisne und der Oise; oder im Braunschweiger Harzvorland in Niedersachsen (Abb. 1). In diesen Gebieten finden sich drei, vier oder mehr Erdwerke in Abständen von weniger als 1 km bis 15 km voneinander entfernt (Meyer/Raetzl-Fabian 2006). Das Neckartal

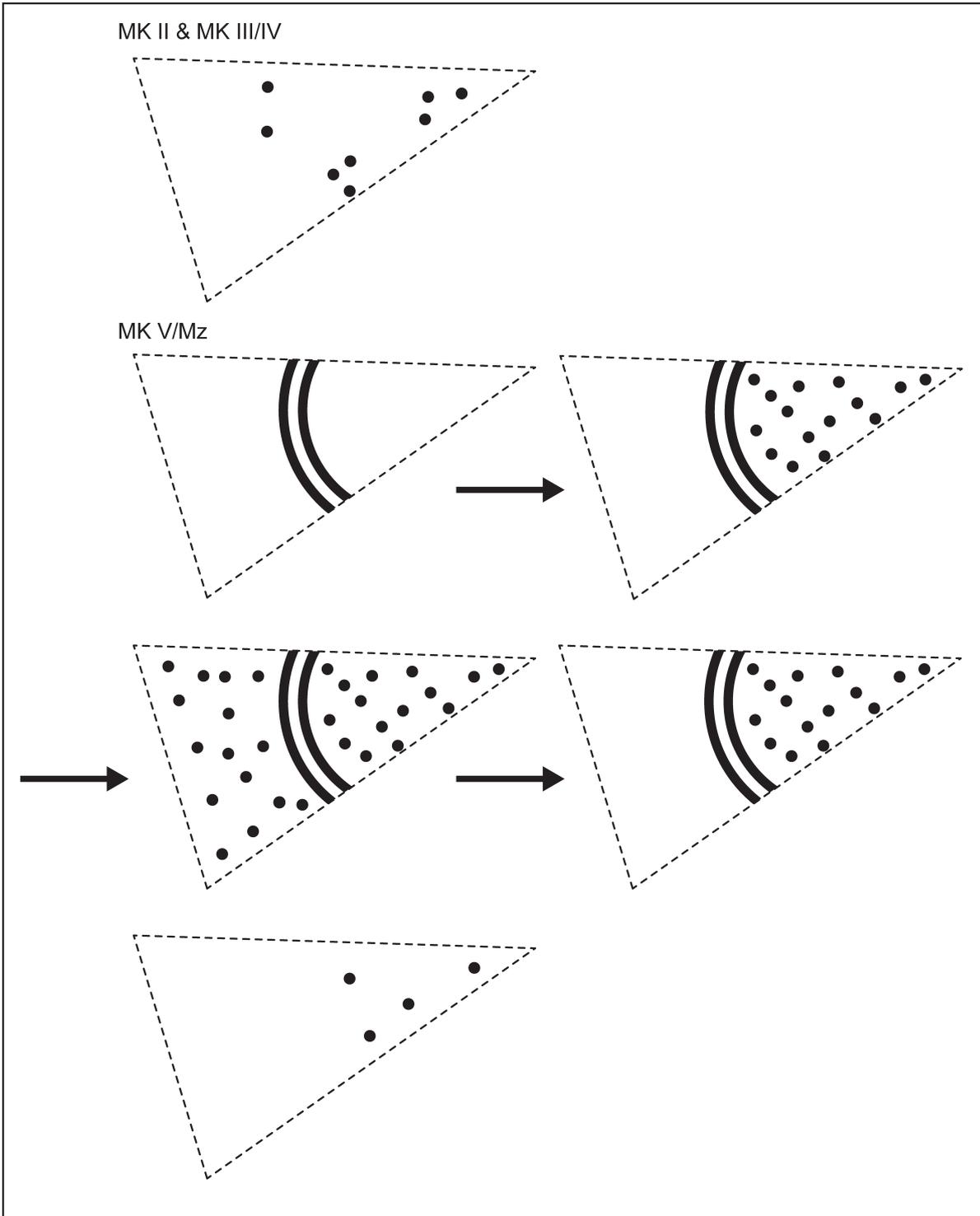


Abb. 20: Modell der Abfolge von Aktivitäten in Klingenberg "Schlossberg". Die vereinfachte Darstellung soll einen Anhaltspunkt für eine theoretische Abfolge der Aktivitäten geben, sie gibt nicht zwingend reale Aktivitäts-Phasen wieder; letztere werden über die Wahrscheinlichkeitsberechnungen der hier vorgestellten Modelle dargestellt (siehe Abb. 16)

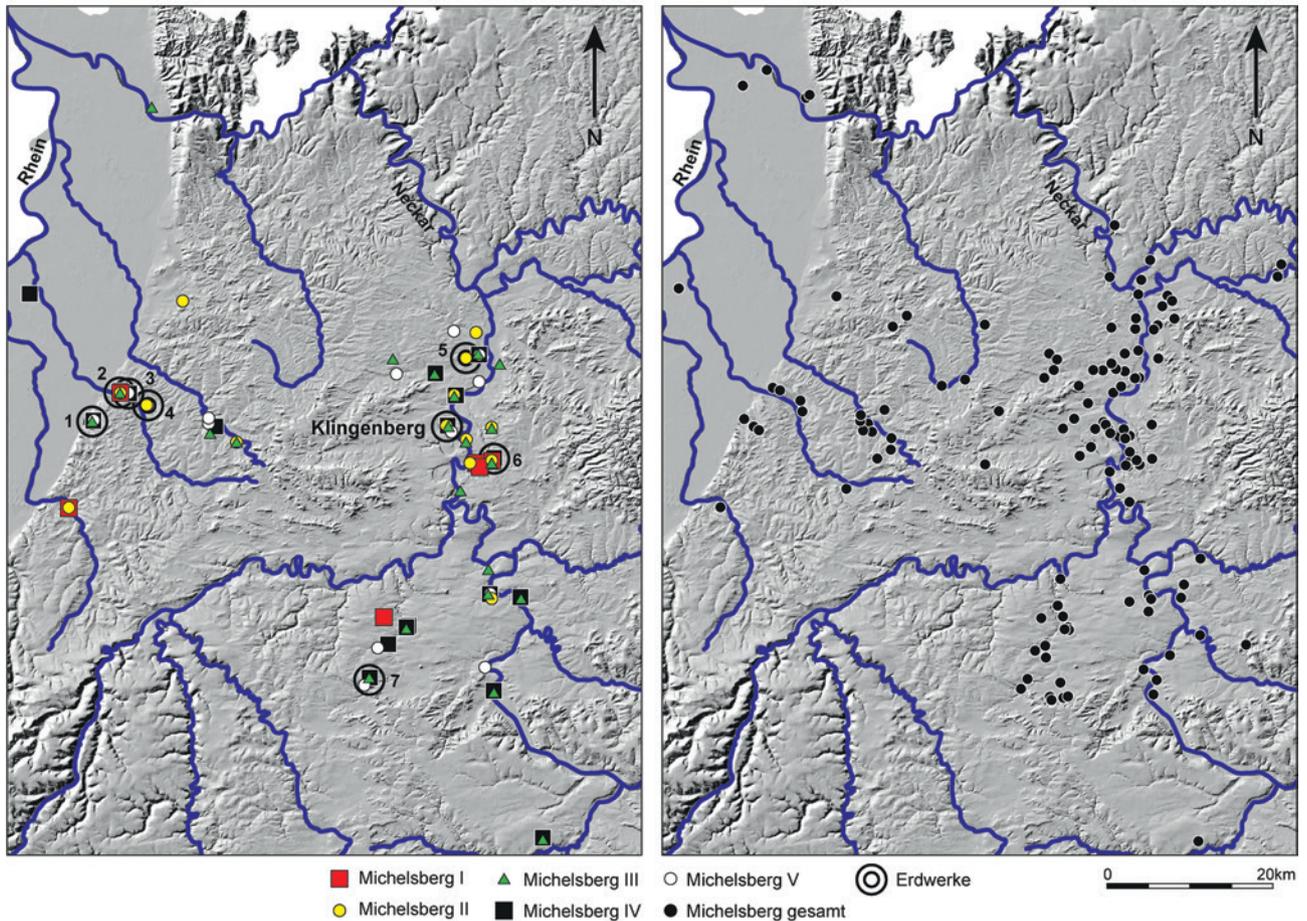


Abb. 21: Links: Kartierung aller Michelsberger Erdwerke und Fundstellen im nördlichen Baden-Württemberg, die sich nach Lünings Stufen MK I–V gliedern lassen. Erdwerke: 1 Bruchsal-Untergrombach „Michelsberg“; 2 Bruchsal „Scheelkopf“; 3 Bruchsal „Aue“; 4 Bruchsal-Heildelsheim „Altenberg“; 5 Neckarsulm-Obereisesheim „Hetzenberg“; 6 Ilsfeld „Ebene“; 7 Leonberg „Silberberg“; sowie Heilbronn-Klingenberg „Schlossberg“. Rechts: Gesamtkartierung aller bekannten Michelsberger Fundstellen dieser Region. Kartierungen nach Seidel i. Vorb.

um Heilbronn, wo sich Klingenberg befindet, ist ein eindrucksvolles Beispiel hierfür (Abb. 21). Wo solche Erdwerkskonzentrationen datiert wurden, wenn auch nur über die assoziierten Funde, scheinen nicht alle Anlagen gleichzeitig genutzt worden zu sein.

So weist das Material von Klingenberg „Schlossberg“, „Hetzenberg“ und „Ilsfeld“ im Neckartal (Seidel 2008a; Schlenker *et al.* 2008) und von „Michelsberg“, „Aue“, „Scheelkopf“ und „Altenberg“ bei Bruchsal im Kraichgau darauf hin, dass die Erdwerke in diesen „Erdwerkzentren“ nicht alle zur selben Zeit in Nutzung waren (Seidel 2008a; Regner-Kamlah/Seidel i. Vorb.). In die Stufe MK V/Munzingen können in Baden-Württemberg fünf Erdwerke datiert werden: im Neckarland Klingenberg selbst und Leonberg „Silberberg“ nahe Stuttgart, bei Bruchsal der „Scheelkopf“ und möglicherweise der namensgebende „Michelsberg“, sowie weiter südlich im Oberrheintal bei Freiburg das eponyme Erdwerk von Munzingen „Tuniberg“ (Abb. 21;

Tab. 8; Reiter 2005; Steppan 2003; Seidel 2008a; Kimmig 1947; Maier 1958; Schmid 1958). Offenbar wurden alle Erdwerke der Phase MK V/Munzingen neu auf zuvor nicht umhegten Plätzen angelegt (Seidel 2008a, 341–347). Eine gewisse Sonderstellung nimmt dabei der namensgebende „Michelsberg“ ein, auf dem ein Erdwerk sicher ab MK IV (MK III/IV) nachzuweisen ist, es jedoch ungeklärt bleibt, ob die Anlage während MK V/Munzingen weiter bestand. Diese Neugründung von Erdwerken könnte ein weiteres Indiz für Veränderungen am Ende der MK sein, und es könnte ein funktionaler Unterschied zwischen den größeren Erdwerken der frühen MK und den kleinen Anlagen der späten MK bestehen (Seidel 2008a, 389). Die ausgedehnten Erdwerke der „klassischen“ MK (d. h. MK II bis MK III/IV) wurden mitunter wiederholt aufgesucht, beispielsweise im Fall von Ilsfeld oder Bruchsal „Aue“. Andere Erdwerksplätze wurden nach kurzer Zeit aufgegeben, wie Neckarsulm-Obereisesheim „Hetzenberg“ oder Bruch-

Tab. 8: In Michelsberger Erdwerken im nördlichen Baden-Württemberg repräsentierte Keramikphasen

Fetter Druck zeigt, dass ein Erdwerk in der jeweiligen Phase definitiv vorhanden war; normaler Druck zeigt eine Belegung in der jeweiligen Phase, ohne dass es definitive Hinweise auf ein Erdwerk gäbe.

| Hetzenberg | Ilsfeld | Klingenberg | Silberberg | Altenberg | Aue | Michelsberg | Scheelkopf |
|--------------|---------------|----------------|----------------|--------------|---------------|--------------|----------------|
| – | Bischheim | – | Bischheim | – | – | – | – |
| – | MK I | – | – | – | MK IIa | – | – |
| MK II | MK II | MK II | – | MK II | MK II | – | – |
| – | MK III | MK III | – | – | MK III | MK III | – |
| – | MK IV | MK IV | – | – | MK IV | MK IV | – |
| – | – | MK V/Mz | MK V/Mz | – | MK V | MK V/Mz | MK V/Mz |

sal „Altenberg“ (beide Anlagen ergaben ausschließlich Anhaltspunkte für MK II; Lüning 1967, 233–237; Koch 2005; Seidel 2008a, 11–70). Für Baden-Württemberg wurde daher ein „Heilbronner Modell“ (Seidel 2008a, 388; Jacob 2010, 51) bzw. „Heilbronn-Kraichgau“-Modell vorgeschlagen (Regner-Kamlah/Seidel i. Vorb.), wonach die Nutzungszeit eines Erdwerks eher kurz war und die Aktivitäten zwischen den Erdwerken einer Kleinregion wechselten. Die Erdwerke werden in diesem Rahmen als wichtige Treffpunkte für eher kleine und relativ wenig ortsfeste Sozialverbände angesehen. Eine chronologische Zusammenschau lässt einen spezifischen Horizont am Ende der MK erkennen, in dem die MK eine Veränderungsphase durchläuft, die mit Kontakten zum Néolithique Moyen Bourguignon (NMB), den Gruppen Pfyn, Pfyn-Altheim und Altheim im Süden, Südwesten und Südosten und zu Baalberge und den Trichterbechergruppen im Norden verbunden ist.

Zum Konzept einer Nordostbewegung der MK passt die Neuentdeckung zahlreicher Erdwerke an der nordöstlichen Peripherie des Gebiets der MK (Geschwinde/Raetzl-Fabian 2009; Geschwinde 2013, 197). Hier überlappt sich das Verbreitungsgebiet der Erdwerke der MK mit dem der Erdwerke der TBK (Andersen 1990; Müller 2010). Diese komplexe Sachlage wirft noch viele Fragen zur Ansprache und Datierung einzelner Fundplätze in dieser Region auf, die wir hier nicht im Detail behandeln können. Für den Augenblick gilt es aber festzuhalten, dass das Konzept einer fortschreitenden Nordostdrift der MK im Grundsatz zutreffend erscheint, und es von Interesse ist, die Ausbreitung der MK in ihren Auswirkungen auf und in ihren Beziehungen zu den „Kernregionen“, d. h. Regionen mit alter MK-Präsenz zu untersuchen, da sich hier Regionen übergreifende Veränderungen am Ende der Michelsberger Kultur im 38. und 37. Jahrhundert cal BC abzeichnen.

Obwohl dies noch weiter weg führt, erscheint es schlussendlich doch nachdenkenswert, inwiefern Bezie-

hungen zwischen dem Bau eines Erdwerkes wie Klingenberg in einem entfernten Seitental des Rheins am Übergang vom 39. zum 38. Jahrhundert cal BC, und dem Auftreten segmentierter Grabenanlagen in Südengland wahrscheinlich im späten 38. Jahrhundert cal BC bestehen. Obwohl die südeinglichen Beispiele nicht identisch sind mit ihren kontinentalen Vorläufern, haben sie doch so viele Eigenschaften mit diesen gemeinsam, dass erstere in irgendeiner Weise, und wenn nur als generelle Idee, wie man etwas zu tun hat, von letzteren abgeleitet sein müssen (Whittle *et al.* 2011, 878–885). Ein Desiderat in dieser Frage bleiben nach wie vor präzisere Datierungen für nordfranzösische Fundplätze, wobei es dort Probleme mit der Kollagenerhaltung in Knochenfunden aus Flussschottern gibt (Jérôme Dubouloz, pers. Mitt.). Die späte Datierung von Klingenberg gibt für die südeinglichen Grabenwerke jedenfalls eine Zeitspanne an, innerhalb derer eine aktive soziale Erinnerung zwischen diesen entfernten Gemeinschaften als möglich erscheint. Rätselhaft bleibt jedoch, warum dieses als „Westdrift“ bezeichnete Phänomen erst so spät und nicht früher im 38. Jahrhundert cal BC beginnt. Es ist ein ganzer Katalog dringender Fragen zum 38. Jahrhundert cal BC, der die Gemeinschaften von Südengland bis in die östlichen Verbreitungsgebiete der MK einschließt. Dass wir inzwischen aber in der Lage sind, diesen spezifischen Horizont überhaupt zu fassen, ist ein signifikanter Fortschritt für unser Verständnis dieser Zeit.

Nicht nur die südeinglichen Grabenwerke sind selbstverständlich für die Gesamtgeschichte der Erbauung und Nutzung von Erdwerken im späten fünften und frühen vierten Jahrtausend cal BC in ganz Westeuropa von Belang. Es gibt im gesamten umrissenen Gebiet Herausforderungen, von der Präzisierung der Ereignisabfolgen in einzelnen Erdwerken, wie denjenigen der Michelsberger Kultur, bis hin zur Erarbeitung einer grundlegenden Chro-

nologie der Erdwerke in davon weit entfernten Gebieten, etwa in Südsandinavien (Klassen 2014; Andersen 2015). Die Details, die in diesem Beitrag für ein relativ bescheiden dimensioniertes Erdwerk der Michelsberger Kultur vorgestellt wurden, mögen sehr ausführlich erscheinen, aber sie sind unumgänglich. Diese eine Studie hat dazu beigetragen, eine robustere, argumentativ belastbarere und umfassendere Geschichte eines Fundplatzes aufzubauen. Sie hat aber auch gezeigt, wie viel Arbeit für die zukünftige Forschung noch ansteht.

Danksagungen

Unser Dank gilt den folgenden Personen: Patricia Schlemper, Zentrales Fundarchiv des Archäologischen Landesmuseum Baden-Württemberg in Rastatt für die Bereitstellung von Funden; Seren Griffiths für ihre Hilfe bei der Auswahl und Entnahme der Proben; Kirsty Harding bei der Umsetzung der Abbildungen; John Meadows für die Übermittlung weiterer Einzelheiten zu den in Kiel datierten Proben; Daniela Hofmann für die Übersetzung des Textes ins Deutsche; Catherine Aymar und Anthony Denaire für die Übersetzung des Resumés ins Französische. Die Beprobung wäre nicht möglich gewesen ohne die kuratorische Betreuung der Archive in Rastatt (Osteologisches Archiv des Landesamts für Denkmalpflege) und im Institut für Botanik der Universität Hohenheim. *The Times of Their Lives* (www.totl.eu) wird mit einem Advanced Investigator Grant (295412) des European Research Council unterstützt und von Alasdair Whittle (Cardiff University) und Alex Bayliss (Historic England) geleitet.

Literatur

- Andersen 1990: N. Andersen, Sarup volume 1. The sarup enclosures (Moesgaard 1990).
- Andersen 2015: N. H. Andersen, Causewayed enclosures in northern and western Europe. In: C. Fowler/J. Harding/D. Hofmann (Hrsg.), *The Oxford handbook of Neolithic Europe* (Oxford 2015) 795–812.
- Asam *et al.* 2004: T. Asam/C. Bösl/G. Grupe/S. Lösch/H. Manhart/A.-M. Mekota/J. Peters, Palaeoecosystem reconstruction and the Neolithic transition in temperate climates. *Doc. Archbiol.* 2, 2004, 97–137.
- Ashmore 1999: P. Ashmore, Radiocarbon dating: avoiding errors by avoiding mixed samples. *Antiquity* 73, 1999, 124–130.
- Bayes 1763: T. R. Bayes, An essay towards solving a problem in the doctrine of chances. *Phil. Transact. Royal Soc.* 53, 1763, 370–418.
- Bayliss 2009: A. Bayliss, Rolling out revolution: using radiocarbon dating in archaeology. *Radiocarbon* 51, 2009, 123–147.
- *et al.* 2004: –/E. Shepherd Popescu/N. Beavan-Athfield/C. Bronk Ramsey/G. T. Cook/A. Locker, The potential significance of dietary offsets for the interpretation of radiocarbon dates: an archaeologically significant example from medieval Norwich. *Journal Arch. Scien.* 431, 2004, 563–575.
- *et al.* 2007: –/C. Bronk Ramsey/J. van der Plicht/A. Whittle, Bradshaw and Bayes: towards a timetable for the Neolithic. *Cambridge Arch. Journal* 17/1, suppl., 2007, 1–28.
- *et al.* 2011: –/J. van der Plicht/C. Bronk Ramsey/G. McCormac/F. Healy/A. Whittle, Towards generational time-scales: the quantitative interpretation of archaeological chronologies. In: A. Whittle/F. Healy/A. Bayliss (eds), *Gathering time: dating the Early Neolithic enclosures of southern Britain and Ireland* (Oxford 2011) 16–60.
- Beavan-Athfield *et al.* 2008: N. Beavan-Athfield/R. C. Green/J. Craig/B. McFadgen/S. Bickler, Influence of marine sources on ¹⁴C ages: isotopic data from Watom Island, Papua New Guinea inhumations and pig teeth in light of new dietary standards. *Journal Royal Soc. New Zealand* 38, 2008, 1–23.
- Biel 1987: J. Biel, Abschließende Untersuchung eines Michelsberger Erdwerks bei Heilbronn-Klingenberg. *Arch. Ausgr. Baden-Württemberg* 1987, 50–54.
- *et al.* 1998: –/H. Schlichtherle/M. Strobel/A. Zeeb (Hrsg.), *Die Michelsberger Kultur und ihre Randgebiete – Probleme der Entstehung, Chronologie und des Siedlungswesens. Kolloquium Hemmenhofen 21.–23. 2. 1997. Jens Lüning zum 60. Geburtstag. Math. z. Arch. Baden-Württemberg* 43 (Stuttgart 1998).
- Billamboz 1992: A. Billamboz, Erste dendrochronologische Zeitmarken für die jungneolithische Talsiedlung Ehrenstein, Alb-Donau-Kreis. *Arch. Ausgr. Baden-Württemberg* 1992, 84–87.
- 1998: –, Die jungneolithischen Dendrodaten der Pfahlbausiedlungen Südwestdeutschlands als Zeitrahmen für die Einflüsse der Michelsberger Kultur in ihren südlichen Randgebiet. In: J. Biel/H. Schlichtherle/M. Strobel/A. Zeeb (Hrsg.), *Die Michelsberger Kultur und ihre Randgebiete – Probleme der Entstehung, Chronologie und des Siedlungswesens. Kolloquium Hemmenhofen 21.–23. 2. 1997. Jens Lüning zum 60. Geburtstag. Math. z. Arch. Baden-Württemberg* 43 (Stuttgart 1998), 159–168.
- Bösl *et al.* 2006: C. Bösl/G. Grupe/J. Peters, A Late Neolithic vertebrate food web based on stable isotope analyses. *Internat. Journal Osteoarch.* 16, 2006, 296–315.
- Bonsall *et al.* 2015: C. Bonsall/R. Vasić/A. Boroneanț/M. Roksandić/A. Soficaru/K. McSweeney/A. Evatt/Û. Agurajua/C. Pickard/V. Dimitrijević/T. Higham/D. Hamilton/G. Cook, New AMS ¹⁴C dates for human remains from stone age sites in the Iron Gates reach of the Danube, south-east Europe. *Radiocarbon* 57, 2015, 33–46.
- Brock *et al.* 2010: F. Brock/T. Higham/P. Ditchfield/C. Bronk Ramsey, Current pretreatment methods for AMS radiocarbon dating at the Oxford Radiocarbon Accelerator Unit (ORAU). *Radiocarbon* 52, 2010, 103–112.
- Bronk Ramsey 1995: C. Bronk Ramsey, Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy. *Radiocarbon* 36, 1995, 425–430.
- 2001: –, Development of the radiocarbon calibration program. *Radiocarbon* 43, 2001, 355–363.

- 2009: –, Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon* 51, 2009, 337–360.
- /Lee 2013: –/S. Lee, Recent and planned developments of the program OxCal. *Radiocarbon* 55, 2013, 720–730.
- Brown *et al.* 1988: T. A. Brown/D. E. Nelson/J. S. Vogel/J. R. Southon, Improved collagen extraction by modified Longin method. *Radiocarbon* 30, 1988, 171–177.
- Buck *et al.* 1996: C. E. Buck/W. G. Cavanagh/C. D. Litton, Bayesian approach to interpreting archaeological data (Chichester 1996).
- *et al.* 1992: –/C. D. Litton/A. F. M. Smith, Calibration of radiocarbon results pertaining to related archaeological events. *Journal Arch. Scien.* 19, 1992, 497–512.
- Dieckmann 1991: B. Dieckmann, Zum Mittel- und Jungneolithikum im Kaiserstuhlgebiet (Univ. Freiburg/Breisgau, unpubl. Diss. 1991).
- Dörr *et al.* 1989: H. Dörr/B. Kromer/K. O. Münnich, Fast ¹⁴C sample preparation of organic material. *Radiocarbon* 31, 1989, 264–268.
- Dürwachter *et al.* 2006: C. Dürwachter/O. E. Craig/M. J. Collins/J. Burger/K. W. Alt, Beyond the grave: variability in Neolithic diets in southern Germany? *Journal Arch. Scien.* 33, 2006, 39–48.
- Ewersen 2010: J. Ewersen, Hundehaltung auf der kaiserzeitlichen Wurt Feddersen Wierde – ein Rekonstruktionsversuch. *Siedlungs- u. Küstenforsch. Südl. Nordseegebiet* 33, 2010, 53–75.
- /Ziegler 2014: –/S. Ziegler, Hungrige Hunde jagen am besten: Nahrungsgrundlagen mesolithischer und neolithischer Hunde nach Isotopenverhältnissen. *Offa* 67/68, 2014, 5–26.
- Fernandes *et al.* 2014: R. Fernandes/A. R. Millard/M. Brabec/M.-J. Nadeau/P. Grootes, Food reconstruction using isotopic transferred signals (FRUITS): a Bayesian model for diet reconstruction. 2014. *PLoS ONE* 9/2: e87436. doi:10.1371/journal.pone.0087436.
- Fox 1976: A. Fox, Prehistoric Maori fortifications in the North Island of New Zealand (Auckland 1976).
- Freeman *et al.* 2010: S. P. H. T. Freeman/G. T. Cook/A. B. Dougans/P. Naysmith/K. M. Wicken/S. Xu, Improved SSAMS performance. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B* 268, 2010, 715–717.
- Geschwinde 2013: M. Geschwinde, Erdwerke des 5. und 4. Jahrtausends v. Chr. In: H. Meller (Hrsg.), 3300 BC: mysteriöse Steinzeittote und ihre Welt (Mainz 2013) 195–201.
- /Raetzl-Fabian 2009: –/D. Raetzl-Fabian, EWSBSL – Eine Fallstudie zu den jungneolithischen Erdwerken am Nordrand der Mittelgebirge (Rahden/Westf. 2010).
- Grootes *et al.* 2004: P. M. Grootes/M.-J. Nadeau/A. Rieck, ¹⁴C-AMS at the Leibniz-Labor: Radiometric dating and isotope research. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B* 223–224, 2004, 55–61.
- Höhn 2002: B. Höhn, Die Michelsberger Kultur in der Wetterau (Bonn 2002).
- Jacob 2010: C. Jacob, Steinzeit – Grossbaustellen/Befestigte Siedlungen im Heilbronner Land. *Städtische Museen Heilbronn. Museo* 25 (Heilbronn 2010).
- Jeunesse 1989: C. Jeunesse, La culture de Munzingen dans le cadre du «Jungneolithikum» du sud-ouest de l'Europe centrale d'après les découvertes récentes des sites alsaciens de Didenheim (Ht-Rhin) et Geispolsheim (B-Rhin). *Cahiers l'Ass. Prom. Rech. Arch. Alsace* 5, 1989, 155–184.
- /Seidel 2010: –/U. Seidel, Die Erdwerke. In *Badisches Landesmuseum Karlsruhe (Hrsg.), Jungsteinzeit im Umbruch. Die „Michelsberger Kultur“ und Mitteleuropa vor 6000 Jahren (Darmstadt 2010)* 58–61.
- Jones/Nicholls 2001: M. Jones/G. Nicholls, Reservoir offset models for calibration. *Radiocarbon* 43, 2001, 119–124.
- Keaveney/Reimer 2012: E. M. Keaveney/P. J. Reimer, Understanding the variability in freshwater radiocarbon offsets. *Journal Arch. Scien.* 39, 2012, 1306–1316.
- Kimmig 1947: W. Kimmig, Neue Michelsbergfunde am Oberrhein. *Badische Fundber.* 17, 1947, 95–127.
- Klassen 2014: L. Klassen, Along the road: aspects of causewayed enclosures in south Scandinavia and beyond (Aarhus 2014).
- Koch 2005: R. Koch, Das Erdwerk der Michelsberger Kultur auf dem Hetzenberg bei Heilbronn-Neckargartach. *Forsch. u. Ber. z. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg* 3. Teil I: Befunde und Funde (Stuttgart 2005).
- Kolb 2003: M. Kolb, Siedlungen der Pfynner Kultur im Osten der Pfahlbaubucht von Sipplingen, Bodenseekreis. 1: Funde und Befunde (Gaienhofen-Hemmenhofen/Freiburg 2003).
- Kromer/Münnich 1992: B. Kromer/K.-O. Münnich, CO₂ gas proportional counting in radiocarbon dating – review and perspective. In: R. E. Taylor/A. Long/R. S. Kra (Hrsg.), *Radiocarbon after four decades (New York 1992)* 184–197.
- *et al.* 2013: –/S. Lindauer/H.-A. Synal/L. Wacker, MAMS – A new AMS facility at the Curt-Engelhorn-Centre for Archaeometry, Mannheim, Germany. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 294, 2013, 11–13.
- Lanting/van der Plicht 1998: J. N. Lanting/J. van der Plicht, Reservoir effects and apparent ages. *Journal Irish Arch.* 9, 1998, 151–165.
- Lefranc 2001: P. Lefranc, L'habitat néolithique moyen et récent de Holzheim 'Altmatt'/Zone d'Activités Économiques Phase 3 (Bas-Rhin), fouilles 2000 et 2011. *Cahiers l'Ass. Prom. Rech. Arch. Alsace* 17, 2001, 107–134.
- Lindley 1985: D. V. Lindley, Making decisions (London 1985).
- Lüning 1967: J. Lüning, Die Michelsberger Kultur. Ihre Funde in zeitlicher und räumlicher Gliederung. *Ber. RGK* 48, 1967, 1–350.
- Maier 1958: R. A. Maier, Neufunde aus der „Michelsberger“ Höhensiedlung bei Munzingen, Lkr. Freiburg im Breisgau. *Badische Fundber.* 21, 1958, 7–40.
- Matuschik 1991: I. Matuschik, Grabenwerke des Spätneolithikums in Süddeutschland. *Fundber. Baden-Württemberg* 16, 1991, 27–55.
- 2011: –, Die Keramikfunde von Hornstaad-Hörnle I–VI. Besiedlungsgeschichte der Fundstelle und Keramikentwicklung im beginnenden 4. Jahrtausend im Bodenseeraum. *Siedlungsarchäologie im Alpenvorland XII. Forsch. u. Ber. z. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg* 122 (Stuttgart 2011).
- Meyer/Raetzl-Fabian 2006: M. Meyer/D. Raetzl-Fabian, Neolithische Grabenwerke in Mitteleuropa: Ein Überblick. www.jungsteinSITE.de, 15. Dezember 2006, 1–54.
- Mook/Waterbolk 1985: W. G. Mook/H. T. Waterbolk, Radiocarbon dating (Strasbourg 1985).
- Müller 2010: J. Müller, Dorfanlagen und Siedlungssysteme. Die europäische Perspektive: Südosteuropa und Mitteleuropa. In: *Badisches Landesmuseum (Hrsg.), Jungsteinzeit im Umbruch: die »Michelsberger Kultur« und Mitteleuropa vor 6.000 Jahren (Karlsruhe 2010)* 250–257.

- Münnich 1957: K. O. Münnich, Heidelberg Natural Radiocarbon Measurements I. *Science* 126, 1957, 194–199.
- Nadeau *et al.* 1997: M.-J. Nadeau/M. Schleicher/P. M. Grootes/H. Erlenkeuser/A. Gottdang/D. J. W. Mous/J. M. Sarnthein/H. Willkomm, The Leibniz-Labor facility at the Christian-Albrechts University, Kiel, Germany. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 123, 1997, 22–30.
- *et al.* 1998: –/P. M. Grootes/M. Schleicher/P. Hasselberg/A. Rieck/M. Bitterling, Sample throughput and data quality at the Leibniz-Labor AMS facility. *Radiocarbon* 40, 1998, 239–245.
- Petrasch 2015: J. Petrasch, Central European enclosures. In: C. Fowler/J. Harding/D. Hofmann (Hrsg.), *The Oxford handbook of Neolithic Europe* (Oxford 2015) 763–778.
- Regner-Kamlah/Seidel i. pr.: B. Regner-Kamlah/U. Seidel, The Michelsberg culture of northern Baden-Württemberg – a case study of a landscape with enclosures and open sites. Meeting Megaliths – Societies – Landscapes. Early Monumentality and social differentiation in Neolithic Europe. Kiel 16.–20. 06. 2015 (i. pr.).
- Reimer *et al.* 2013: P. J. Reimer/E. Bard/A. Bayliss/J. W. Beck/P. G. Blackwell/C. Bronk Ramsey/C. E. Buck/H. Cheng/R. L. Edwards/M. Friedrich/P. M. Grootes/T. P. Guilderson/H. Hafliðason/I. Hajdas/C. Hatté/T. J. Heaton/D. L. Hoffmann/A. G. Hogg/K. A. Hughen/K. F. Kaiser/B. Kromer/S. W. Manning/M. Niu/R. W. Reimer/D. A. Richards/E. M. Scott/J. R. Southon/R. A. Staff/C. S. M. Turney/J. van der Plicht, Intcal 13 and marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon* 55, 2013, 1869–1887.
- Reiter 2005: S. Reiter, Die beiden Michelsberger Anlagen von Bruchsal 'Aue' und Bruchsal 'Scheelkopf'. Zwei ungleiche Nachbarn. *Math. z. Arch. Baden-Württemberg* 65 (Stuttgart 2005).
- Roth/Hobson 2000: J. D. Roth/K. A. Hobson, Stable carbon and nitrogen isotopic fractionation between diet and tissue of captive red fox: implications for dietary reconstruction. *Canadian Journal Zool.* 78, 2000, 848–852.
- Sayle *et al.* 2014: K. L. Sayle/G. T. Cook/P. L. Ascough/H. Gestsdóttir/W. D. Hamilton/T. H. McGovern, Utilization of $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, and $\delta^{34}\text{S}$ analyses to understand ^{14}C dating anomalies within a Late Viking Age community in Northeast Iceland. *Radiocarbon* 56, 2014, 811–821.
- Schlenker *et al.* 2008: B. Schlenker/E. Stephan/J. Wahl, Michelsberger Erdwerke im Raum Heilbronn. Neckarsulm-Obereisesheim 'Hetzenberg' und Ilsfeld 'Ebene', Lkr. Heilbronn, Heilbronn-Klingenber 'Schlossberg', Stadtkreis Heilbronn. 3: Osteologische Beiträge (Stuttgart 2008).
- Schmid 1958: E. Schmid, Die „Nebenfunde“ auf dem Munzinger Berg. *Badische Fundber.* 21, 1958, 41–76.
- Schoch *et al.* 1980: H. Schoch/M. Bruns/K. O. Münnich/M. Münnich, A multi-counter system for high precision carbon-14 measurements. *Radiocarbon* 22, 1980, 442–447.
- Scott 2003: E. M. Scott, The third international radiocarbon intercomparison (TIRI) and the fourth international radiocarbon intercomparison (FIRI) 1990–2002: results, analyses, and conclusions. *Radiocarbon* 45, 2003, 135–150.
- *et al.* 2007: –/G. T. Cook/P. Naysmith/C. Bryant/D. O'Donnell, A report on phase 1 of the 5th international radiocarbon intercomparison (VIRI). *Radiocarbon* 49, 2007, 409–426.
- *et al.* 2010a: –/–/–, A report on phase 2 of the 5th international radiocarbon intercomparison (VIRI). *Radiocarbon* 52, 2010, 846–858.
- *et al.* 2010b: –/–/–, The Fifth Radiocarbon Intercomparison (VIRI): an assessment of laboratory performance in stage 3. *Radiocarbon* 52, 2010, 859–865.
- Seidel 2004: U. Seidel, Die jungneolithischen Siedlungen von Leonberg-Höfingen, Kr. Böblingen. *Math. z. Arch. Baden-Württemberg* 69 (Stuttgart 2004).
- 2008a: –, Michelsberger Erdwerke im Raum Heilbronn. Neckarsulm-Obereisesheim 'Hetzenberg' und Ilsfeld 'Ebene', Lkr. Heilbronn, Heilbronn-Klingenber 'Schlossberg', Stadtkreis Heilbronn. *Math. z. Arch. Baden-Württemberg* 81/1: Text, Literatur und Anhänge (Stuttgart 2008).
- 2008b: –, Michelsberger Erdwerke im Raum Heilbronn. Neckarsulm-Obereisesheim 'Hetzenberg' und Ilsfeld 'Ebene', Lkr. Heilbronn, Heilbronn-Klingenber 'Schlossberg', Stadtkreis Heilbronn. *Math. z. Arch. Baden-Württemberg* 81/2: Kataloge und Tafeln (Stuttgart 2008).
- Slota *et al.* 1987: P. J. Slota/A. J. T. Jull/T. W. Linick/L. J. Toolin, Preparation of small samples for ^{14}C accelerator targets by catalytic reduction of CO. *Radiocarbon* 29, 1987, 303–306.
- Steier/Rom 2000: P. Steier/W. Rom, The use of Bayesian statistics for ^{14}C dates of chronologically ordered samples: a critical analysis. *Radiocarbon* 42, 2000, 183–198.
- Stephan 2008: E. Stephan, Die Tierknochenfunde aus Heilbronn-Klingenber 'Schlossberg'. In: B. Schlenker/E. Stephan/J. Wahl, Michelsberger Erdwerke im Raum Heilbronn. Neckarsulm-Obereisesheim 'Hetzenberg' und Ilsfeld 'Ebene', Lkr. Heilbronn, Heilbronn-Klingenber 'Schlossberg', Stadtkreis Heilbronn. *Math. z. Arch. Baden-Württemberg* 81/3: Osteologische Beiträge (Stuttgart 2008) 166–248.
- Steppan 2003: K. Steppan, Taphonomie – Zoologie – Chronologie – Technologie – Ökonomie. Die Säugetierreste aus den jungsteinzeitlichen Grabenwerken in Bruchsal/Landkreis Karlsruhe. *Math. z. Arch. Baden-Württemberg* 66 (Stuttgart 2003).
- Stika 1996: H.-P. Stika, Vorgeschichtliche Pflanzenreste aus Heilbronn-Klingenber: archäobotanische Untersuchungen zum Michelsberger Erdwerk auf dem Schlossberg (Bandkeramik, Michelsberger Kultur, Späthalstatt/Frühlatène). *Math. z. Arch. Baden-Württemberg* 34 (Stuttgart 1996).
- Stuiver/Polach 1977: M. Stuiver/H. A. Polach, Reporting of ^{14}C data. *Radiocarbon* 19, 1977, 355–363.
- /Reimer 1986: –/P. J. Reimer, A computer program for radiocarbon age calculation. *Radiocarbon* 28, 1986, 1022–1030.
- /Reimer 1993: –/P. J. Reimer, Extended ^{14}C data base and revised CALIB 3.0 ^{14}C age calibration program. *Radiocarbon* 35, 1993, 215–30.
- Torke 2008: W. Torke, Fischreste aus dem Michelsberger Erdwerk Heilbronn-Klingenber. In: U. Seidel, Michelsberger Erdwerke im Raum Heilbronn. Neckarsulm-Obereisesheim 'Hetzenberg' und Ilsfeld 'Ebene', Lkr. Heilbronn, Heilbronn-Klingenber 'Schlossberg', Stadtkreis Heilbronn. Band 1: Text, Literatur und Anhänge (Stuttgart 2008) 449–465.
- Urton/Hobson 2005: E. J. Urton/K. A. Hobson, Intrapopulation variation in gray wolf isotope ($\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$) profiles: implications for the ecology of individuals. *Oecolog.* 145, 2005, 317–326.

- Vandeputte *et al.* 1996: K. Vandeputte/L. Moens/R. Dams, Improved sealed-tube combustion of organic samples to CO₂ for stable isotope analysis, radiocarbon dating and percent carbon determinations. *Anal. Letters* 29, 1996, 2761–2773.
- Wahl 2008: J. Wahl, Profan oder kultisch – bestattet oder entsorgt? Die menschlichen Skelettreste aus dem Michelsberger Erdwerken von Heilbronn-Klingenberg, Neckarsulm-Oberreisesheim und Ilsfeld. In: B. Schlenker/E. Stephan/J. Wahl, Michelsberger Erdwerke im Raum Heilbronn. Neckarsulm-Oberreisesheim ‘Hetzenberg’ und Ilsfeld ‘Ebene’, Lkr. Heilbronn, Heilbronn-Klingenberg ‘Schlossberg’, Stadtkreis Heilbronn. 3: Osteologische Beiträge (Stuttgart 2008) 703–848.
- Wahl 2010: J. Wahl, Wenige Knochen, viele Fragen. Auf der Suche nach den Menschen der Michelsberger Kultur. In: Badisches Landesmuseum Karlsruhe (Hrsg.), Jungsteinzeit im Umbruch. Die Michelsberger Kultur und Mitteleuropa vor 6.000 Jahren. Katalog zur Ausstellung 20. 11. 2010–15. 05. 2011 (Karlsruhe/Darmstadt 2010) 96–101.
- Ward/Wilson 1978: G. K. Ward/S. R. Wilson, Procedures for comparing and combining radiocarbon age determinations: a critique. *Archaeometry* 20, 1978, 19–31.
- Whittle *et al.* 2008: A. Whittle/A. Bayliss/F. Healy, The timing and tempo of change: examples from the fourth millennium cal BC in southern England. *Cambridge Arch. Journal* 18, 2008, 65–70.
- *et al.* 2011: –/F. Healy/A. Bayliss, *Gathering time: dating the Early Neolithic enclosures of southern Britain and Ireland* (Oxford 2011).