

Zu den geoökologischen Rahmenbedingungen für die prähistorische Besiedlung des Heidengrabens und der Vorderen Alb

GERD STEGMAIER UND JENS WAHR

Das hier zu besprechende spätkeltische Oppidum Heidengraben liegt ca. 30 km südöstlich von Stuttgart auf einer der Schwäbischen Alb vorgelagerten Berghalbinsel. Die steil zu den benachbarten Flusstälern abfallenden Hänge grenzen die Hochfläche in eindrucksvoller Weise von der umgebenden Landschaft ab. Mit einer Gesamtfläche von mehr als 1660 ha ist der Heidengraben bei Grabenstetten (Kr. Reutlingen) die größte befestigte Siedlungsanlage der vorrömischen Eisenzeit in Mitteleuropa.

Bereits in der Vergangenheit war das Oppidum mehrfach Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen, doch spielten in diesen Arbeiten die naturräumlichen Gegebenheiten vor Ort eine weitgehend untergeordnete Rolle.¹ Welche Bedeutung aber gerade den geoökologischen Faktoren bei der Wahl dieses Siedlungsplatzes zugemessen werden darf, soll im vorliegenden Beitrag genauer erörtert werden.

Voraus zu schicken ist in diesem Zusammenhang, dass die Ortswahl für die Errichtung des Oppidums, sicherlich primär von fortifikatorischen Aspekten geprägt war. Viel zu offensichtlich ist die isolierte topographische Situation der Berghalbinsel am Rande des süddeutschen Mittelgebirges. So besteht beispielsweise die einzige Verbindung zur eigentlichen Hochfläche der Schwäbischen Alb über eine nur 300 m breite Landbrücke südöstlich von Grabenstetten. Hinzu kommen schroffe Felsformationen und steile Bergflanken, die es jedem Angreifer äußerst schwer machten, das Innere der Siedlung zu erreichen. Dennoch genügt die reliefbedingte Abgeschiedenheit der Berghochfläche nicht als alleiniger Grund für die Anlage einer solchen Siedlung.² Es gilt daher nach weiteren positiven Faktoren des Naturraums im Bereich der Vorderen Alb zu fragen.³

Der von den Befestigungsanlagen eingeschlossene Innenraum des Oppidums liegt auf einem Niveau zwischen 690 und 720 m ü. NN. Er weist damit ein recht gleichmäßiges und für die Besiedlung außerordentlich geeignetes Oberflächenrelief auf. Den geologischen Untergrund bilden die Schichten des Oberen Jura (Weißjura δ - ζ).⁴

-
- 1 Vgl. dazu: F. FISCHER, Der Heidengraben bei Grabenstetten. Ein keltisches Oppidum auf der Schwäbischen Alb bei Bad Urach. Führer Arch. Denkmäler Baden-Württemberg 2 (Stuttgart 1979). – TH. KNOPF/M. LEICHT/S. SIEVERS, Die großen süddeutschen Oppida Heidengraben, Manching und Kelheim. In: V. GUICHARD/S. SIEVERS/O. H. URBAN (Hrsg.), Les processus d'urbanisation à l'âge du Fer. Eisenzeitliche Urbanisierungsprozesse. Actes du colloques Glux-en-Glenne 8–11 juin 1998 (Glux-en-Glenne 2000) 141–149. – TH. KNOPF, Der Heidengraben bei Grabenstetten. Archäologische Untersuchungen zur Besiedlungsgeschichte. Univforsch. Prähist. Arch. 141 (Bonn 2006).
 - 2 Zur topographischen Situation spätlätenezeitlicher Großsiedlungen, siehe: W. Dehn, Mediolanum – Lagetypen spätkeltischer Oppida. In: Studien aus Alteuropa II [Festschr. K. Tackenberg] (Köln 1965).
 - 3 Die Vordere Alb ist Teil der Uracher Alb und gehört damit zum Naturraum der ‚Mittleren Kuppenalb‘. Vgl. dazu: F. HUTTENLOCHER, Naturräumliche Gliederung von Baden-Württemberg. Beiwort zur Karte II,4 des Historischen Atlas von Baden-Württemberg (1972). Erläuterungen I (Stuttgart 1972–1988) 4.
 - 4 Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000 Bl. 7422 Dettingen a. d. Erms.

Wasserversorgung

Einer der elementarsten Gesichtspunkte, die über die Möglichkeit einer Siedlungsgründung entscheiden, ist die ausreichende Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser. Welche Bedeutung dem Element Wasser speziell in späteltischer Zeit zugemessen werden darf, zeigen unter anderem die in mehreren Viereckschanzen nachgewiesenen und zum Teil außerordentlich tief eingebrachten Brunenschächte.⁵ Gerade diesbezüglich erweist sich aber die Schwäbische Alb mit ihren ausgeprägten Karstverhältnissen als äußerst siedlungsfeindlich. Dementsprechend war die Wasserknappheit seit jeher ein ernst zu nehmendes Problem.

Hier kommt nun in der Region um den Heidengraben ein ganz spezielles geologisches Phänomen zum Tragen, das auch unter dem Namen „Uracher Vulkanismus“ bekannt geworden ist.⁶ Dabei handelt es sich um eine tertiäre Vulkanaktivität, die im Bereich der Vorderen Alb das Kalkgestein des Untergrunds durchschlagen und zahlreiche Basaltschlote hinterlassen hat. Die Schlotfüllungen fungierten in der Folge als wasserstauendes Gestein, so dass sich auf ihnen kleine Seen und Tümpel, sogenannte Hülen bilden konnten.

Es verwundert daher nicht, dass alle drei der heute in Verbindung mit dem Heidengraben stehenden Ortschaften (Grabenstetten, Hülben und Erkenbrechtsweiler) genau auf solchen Vulkansloten errichtet wurden. Auf diese Weise gewährleistete das Stauwasser der Hülen bis in moderne Zeit das Überleben der Dorfbewohner.⁷ Hinzu kommen im Bereich des Oppidums mehrere ganzjährig schüttende Traufquellen, die die Hochfläche additiv mit Trinkwasser versorgten.⁸ Trotz alledem dürften die Wasserressourcen aber auch in prähistorischer Zeit nicht allzu reichlich gewesen sein.

Ein klar erkennbarer Gunstfaktor für die Anlage einer Großsiedlung gibt sich jedoch anhand eines Höhenvergleichs mit der umgebenden Landschaft zu erkennen. So liegt der Heidengraben mit einem durchschnittlichen Niveau von rund 700 m über NN ca. 50 m niedriger als die eigentliche Hochfläche der Schwäbischen Alb bzw. die unmittelbar benachbarten Berghalbinseln der Lenninger und St. Johanner Alb. Dies wirkt sich auch auf die klimatischen Bedingungen der einzelnen Kleinregionen aus.

Klimatische Bedingungen

Zur genaueren Beurteilung der klimatischen Verhältnisse und des geoökologischen Potenzials in der Region um den Heidengraben wurde daher eine Analyse verschiedener thematischer Karten durchgeführt. Dabei standen den Bearbeitern neben dem herkömmlich verwendeten topographischen,

5 Vgl. dazu die Anmerkungen bei: G. WIELAND, Späteltische Siedlungen in Südwestdeutschland. Formen – Lagetypen – wirtschaftliche Grundlagen. In: Beiträge zur Siedlungsarchäologie und zum Landschaftswandel. Beitr. Prähist. Arch. 7 (Regensburg 2001) 229 f. (mit weiterer Literatur).

6 Gemeint ist das ‚Kirchheim-Uracher-Vulkangebiet‘ das auch mit dem Namen ‚Schwäbischer Vulkan‘ bezeichnet wird. – O. F. GEYER/M. P. GWINNER, Geologie von Baden-Württemberg (Stuttgart 1991) 212–217 mit Abb. 130; 329–332 mit Abb. 220. – W. SCHWENKEL, Landschaft und Geologie. In: Hülben – Ein Gang durch die Geschichte (Neuffen, Hülben 1987) 4–7. – Geologische Karte (Anm. 4).

7 Grabenstetten in vergangenen Tagen. Hrsg. Genossenschaftsbank Grabenstetten aus Anlaß des 75jährigen Bestehens im Jahre 1982 (Metzingen 1982) 93–95. – A. SCHICKETANZ, Die Chronik von Erkenbrechtsweiler (Nürtingen 1984) 97 f. – G. DÜMMEL, Hülben und sein Wasser. In: Hülben – Ein Gang durch die Geschichte (Neuffen, Hülben 1987) 405–437.

8 So zum Beispiel das ‚Beurener Brünnele‘, das bis zur Anlage der Albwasserversorgung den Wasserbedarf der Gemeinde Erkenbrechtsweiler sicherte. – Vgl.: SCHICKETANZ (Anm. 7) 95.

9 Die hier ausgewerteten Umweltdaten wurden innerhalb eines Promotionsprojekts von J. WAHR am Institut für Geowissenschaften der Universität Tübingen zusammengestellt und z.T. prozessiert. – Vgl. dazu: J. WAHR/M. NOBIS/V. MOSBRUGGER, Modelling vascular plant diversity on a landscape scale (in Vorb.) – S. HOECHSTETTER/J. WAHR/S. KNAPP/S. KLOTZ/D. UHL/M. THIEV/V. MOSBRUGGER, Muster der Biodiversität von Gefäßpflanzen in Baden-Württemberg – eine geostatistische Analyse abiotischer Einflussfaktoren. Stuttgarter Beitr. Naturkde. A 676, 2005, 1–25.

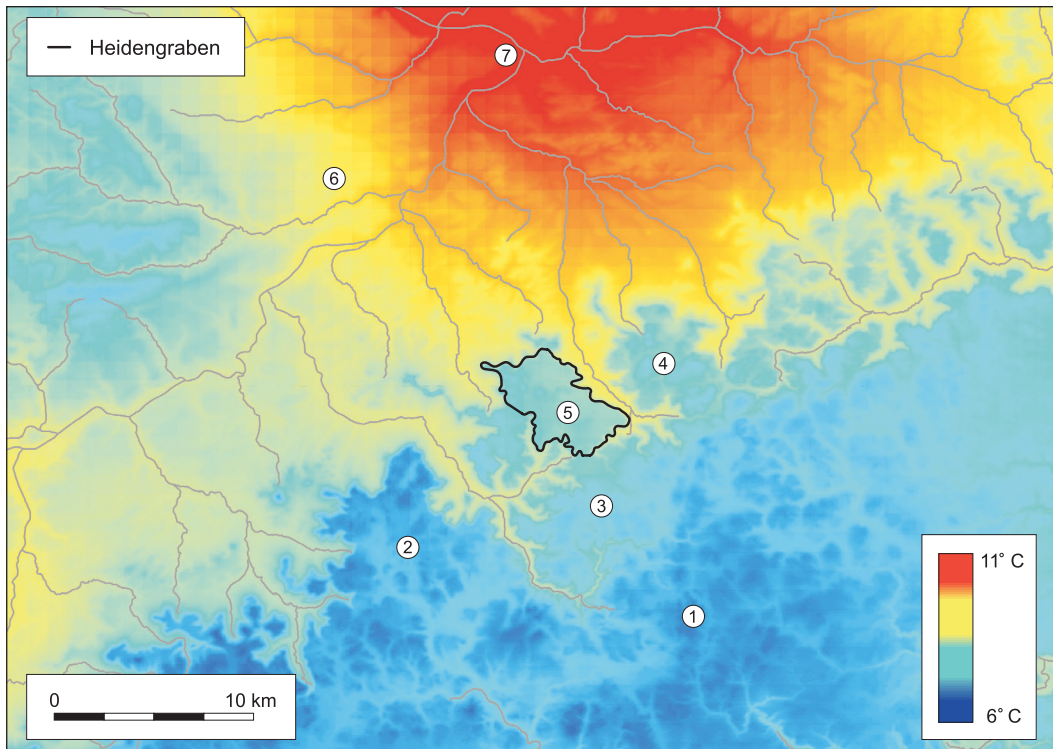


Abb. 1 Hochauflösende Karte der durchschnittlichen mittleren Jahrestemperatur auf der Vorderen Alb mit den Messpunkten (P1–P7).

geologischen und bodenkundlichen Kartenmaterial auch digitale Versionen thematischer Karten sowie eigenständig prozessierte bioklimatische Karten zur Verfügung.⁹

Die anhand dieser Quellen gewonnenen Informationen wurden mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS) ausgewertet und einer kritischen Betrachtung unterzogen.

Die hochauflösenden bioklimatischen Karten haben eine Rasterweite von 50 Metern (vgl. Abb. 1) und basieren auf den langjährigen monatlichen Mittelwerten der Periode 1961–1990.¹⁰ Die Berechnung erfolgte mit Hilfe eines digitalen Höhenmodells und entsprechenden Transferfunktionen.¹¹ Aus der Fülle der daraus hervorgegangenen Daten wurden für die vorliegende Arbeit insgesamt acht Temperatur- und Niederschlagsparameter ausgewählt, die eine besondere Relevanz für die Vegetation und landwirtschaftliche Nutzung haben. Dabei handelt es sich um die in Tabelle 1 genannten Werte der mittleren durchschnittlichen Jahrestemperatur (MTJ), die Temperatursumme in der Vegetationsperiode (mittlere monatliche Temperatur $\geq 5^\circ\text{C}$) (TS-VEG5), die gemittelte durchschnittliche Temperatur der Monate Februar bis April (MT-02-04), die Temperatursumme der Mo-

10 B. MÜHR, Einfluss der Topografie auf die Niederschlagsverteilung in Baden-Württemberg (unpubl. Diplomarbeit, Karlsruhe 1996). – Mit freundlicher Genehmigung wurden die von B. MÜHR berechneten langjährigen Mittelwerte (Periode 1961–1990) verwendet. Die Basisdaten stammen vom Messnetz des DWD – Siehe auch: Deutscher Wetterdienst, Referat Datenservice, Postfach 10 04 65, D-63004 Offenbach (<http://www.dwd.de/>). – Für die flächendeckend für Baden-Württemberg berechneten Klimakarten lagen bei den Niederschlägen die Daten von 405, bei den Temperaturen die Daten von 84 Stationen zugrunde. – Vgl. dazu auch: J. WAHR, Berechnung hochauflösender bioklimatischer Karten für Baden-Württemberg (in Vorb.).

11 Bezüglich der dabei zur Anwendung gekommenen Methodik sei auf die Arbeiten von N. E. ZIMMERMANN und G. WESTERMEIER verwiesen: N. E. ZIMMERMANN/F. KIENAST, Das Klima lässt sich nicht kartieren – Klimakarten werden gerechnet. In: *Infbl. Forscher. Landschaftsökologie* 27, 1995, 1–3. – N. E. ZIMMERMANN, Ein klimasensitives, räumliches Vegetationsmodell für die alpine Stufe der Schweiz (Bern 1996). – G. MÜLLER-WESTERMEIER, Numerisches Verfahren zur Erstellung klimatologischer Karten. *Ber. Dt. Wetterdienst* 193 (Offenbach 1995).

nate Dezember, Januar und Februar (TS-12-02) sowie die mittlere Temperatur des kältesten Monats (MTK). In Tabelle 2 finden sich die Summe der mittleren durchschnittlichen Jahresniederschläge (MJN-SUM), die Summe der mittleren Monatsniederschläge in der Vegetationsperiode (NSUM-VEG5) und die gemittelten monatlichen Niederschläge im meteorologischen Sommerhalbjahr von Mai bis Oktober (NSO-05-10) aufgelistet.

Ausgewertet wurden diese Daten für insgesamt sieben Messpunkte, die als repräsentativ für die jeweiligen Landschaftseinheiten gelten können (vgl. Abb. 1). Sie liegen im Bereich des spätkeltschen Oppidums Heidengraben (P5), im Hinterland des Heidengrabens bei Römerstein (P3), auf der Lenninger Alb (P4), auf der St. Johanner Alb (P2) und auf der Albhochfläche bei Münsingen (P1). Außerdem wurden zwei Standorte im Vorland der Schwäbischen Alb, und zwar am Neckarknie bei Plochingen (P7) und auf den Fildern (P6) hinzugefügt (vgl. Tab. 1 u. 2).¹² In diesem Zusammenhang stehen die beiden letztgenannten Punkte stellvertretend für die besten Ackerstandorte bzw. für eine der wärmsten Regionen in Baden-Württemberg.

Für die Interpretation der absoluten Temperatur- und Niederschlagswerte wird angenommen, dass das Klima während der späten Eisenzeit um 2100 BP den heutigen klimatischen Bedingungen recht ähnlich war.¹³ Doch spielt dies im Rahmen des vorliegenden Beitrags auch nur eine untergeordnete Rolle. Viel entscheidender für die Bewertung und Wahl eines Standorts auf der Landschaftsskala sind die relativen Unterschiede zwischen den hier betrachteten Kleinregionen in Bezug auf die bioklimatischen Verhältnisse und die Qualität der zur Verfügung stehenden Böden vor Ort.

Gerade in diesem Zusammenhang zeigt nun der Heidengraben erkennbare Vorzüge. So liegt beispielsweise die mittlere durchschnittliche Jahrestemperatur (MTJ) im Bereich des spätkeltschen Oppidums mit 7,4 °C um mindestens 1 °C höher als in den umgebenden Gebieten (vgl. Tab. 1 u. Abb. 1). Noch deutlicher wird dies bei der Betrachtung der Temperatursumme innerhalb der Vegetationsperiode (TS-VEG5), welche ein Maß für die Länge und Qualität der Vegetationsperiode darstellt. Zwar erreicht der Heidengraben nicht die hohen Werte von 90–120 °C der klimatischen Gunsträume (Fildern und Neckartal), doch liegt er mit rund 84 °C deutlich über den Temperaturen der benachbarten Albregionen.

Neuere phänologische Untersuchungen im Kontext des aktuellen Klimawandels zeigen eine starke Abhängigkeit von Klimaparametern, Frühlingsbeginn und Dauer der Vegetationsperiode zueinander. Tiefe (hohe) Temperaturen führen dementsprechend zu einem späten (frühen) Einsetzen phänologischer Frühlingsindices.¹⁴ Die Länge der Vegetationsperiode wird dabei vor allem durch eine Verschiebung des Frühlingsbeginns verändert.¹⁵ Dies ist bezüglich des naturräumlichen und landwirtschaftlichen Potenzials von großer Bedeutung, da der Frühling eine pflanzenphysiologisch äußerst wichtige Zeit darstellt. Des Weiteren hat sich neben der Jahresdurchschnittstemperatur die

12 Es wurden die Klimawerte der numerischen Klimakarten sowie die Höhen ü. NN aus dem digitalen Höhenmodell (DHM) innerhalb von Kreisen (Radius 500 m, Fläche ca. 79 ha) ausgelesen. Die Kreismittelpunkte sind in Rechts- und Hoch-Werten nach Gauß-Krüger angegeben. Für die ausgelesenen Werte wurde die deskriptive Statistik gerechnet: Minimum, Maximum, Spanne und Mittelwert. Für die Klimaparameter und die Höhen wird hier nur der für diese Fläche berechnete Mittelwert angegeben, da die Abweichungen innerhalb der Kreisflächen gering sind.

13 D. SUDHAUS, Paläoökologische Untersuchungen zur spätglazialen und holozänen Landschaftsgenese des Ostschwarzwaldes im Vergleich mit den Buntsandsteinvogesen. *Freiburger Geogr. H.* 64 (Freiburg 2005).

14 Frühlingsindex: Der Beginn der Vegetationsperiode wird über einen Index der durchschnittlichen Blattentfaltung von vier Baumarten definiert (*Betula pubescens*, *Prunus avium*, *Sorbus aucuparia*, *Ribes alpinum*). Beginn der Blattentfaltung ist dabei der Zeitpunkt, an dem die reguläre Blattfläche an mehreren Stellen (3–4) der Pflanze sichtbar ist. Das Ende der Vegetationsperiode wird über einen Index des durchschnittlichen Laubfalls von vier Baumarten definiert (*B. pubescens*, *P. avium*, *Salix smithiana*, *R. alpinum*). Es gilt der Zeitpunkt, an dem mehr als die Hälfte aller Blätter der betreffenden Pflanze gefallen sind. – F.-M. CHMIELEWSKI/T. ROTZER, Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agricult. Forest Meteorol.* 108/2, 2001, 103.

15 Vgl. dazu Übersicht in: T. RUTISHAUSER/S. STUDER, Klimawandel und der Einfluss auf die Frühlingsphänologie. *Schweizer Zeitschr. Forstwesen* 158/5, 2007, 105–111. – T. RUTISHAUSER/J. LUTERBACHER/F. JEANNERET/C. PFISTER/H. WANNER, A phenology-based reconstruction of interannual changes in past spring seasons. *Journal Geophys. Research* 112, G04016, doi:10.1029/2006JG000382, 2007.

16 CHMIELEWSKI/ROTZER (Anm. 14) 101–112.

Messpunkt	MTJ	TS VEG5	MT 02-04	TS 12-02	MTK	FB TDJ	VEG	Δ FB	Δ VEG
	°C	°C	°C	°C	°C	Tag	Tage	Tage	Tage
1. Albhochfläche	6,1	75,8	2,2	-4,1	-2,6	134,7	172,8	0,0	0,0
2. St. Johanner Alb	6,4	77,4	2,4	-3,6	-2,3	133,4	174,3	1,3	1,5
3. Hinterland Heidengraben	6,8	80,6	2,7	-2,4	-1,7	131,4	176,3	3,3	3,5
4. Lenninger Alb	7,2	82,8	2,9	-1,2	-1,2	130,0	178,4	4,7	5,6
5. Oppidum Heidengraben	7,4	84,1	3,1	-1,3	-1,2	128,7	179,4	6,0	6,6
6. Filderebene	8,2	91,1	3,8	-0,6	-0,8	124,0	183,5	10,7	10,7
7. Neckartal	11,1	123,7	5,6	5,7	2,3	112,0	198,2	22,7	25,4

Tabelle 1 Aus den digitalen Klimakarten ausgelesene Temperaturwerte und daraus resultierende Daten zur Vegetationsperiode.

Messpunkt	GK	GK	Höhe Ø	MJN SUM	NSUM VEG5	NSO 05-10
	Rechts	Hoch	m	mm	mm	mm
1. Albhochfläche	3539641	5366358	845	968	622	90
2. St. Johanner Alb	3525232	5371173	773	940	654	94
3. Hinterland Heidengraben	3535701	5372405	761	971	636	92
4. Lenninger Alb	3538365	5380033	762	1030	694	100
5. Oppidum Heidengraben	3533280	5377551	692	912	626	91
6. Filderebene	3517283	5391332	409	737	499	73
7. Neckartal	3531524	5396197	271	812	658	80

Tabelle 2 Lagekoordinaten der Messpunkte und aus den digitalen Klimakarten ausgelesene Niederschlagswerte.

gemittelte durchschnittliche Temperatur der Monate Februar bis April als einflussreichster Temperaturparameter auf einen phänologischen Frühlingsindex erwiesen.¹⁶

Auf der Basis dieser Faktoren kann nun mit Hilfe der bereits genannten bioklimatischen Karten eine detaillierte Analyse kleinräumiger Unterschiede bezüglich der Vegetationsperiode und des Früh-

lingsbeginns im weiteren Umfeld des Heidengrabens durchgeführt werden. Dabei lässt sich die Dauer der Vegetationsperiode sowie der Zeitpunkt des Frühlingsbeginns für verschiedene Standorte in Tagen auflösen. Das Resultat zeigt deutlich, wie unterschiedlich die bioklimatischen Bedingungen im Bereich der Vorderen Alb sind (vgl. Tab. 1).

Basierend auf den Regressionsanalysen von CHMIELEWSKI/RÖTZER wurde darüber hinaus die absolute Dauer der Vegetationsperiode in Tagen (VEG) sowie der Beginn der Vegetationsperiode bzw. das Einsetzen des Frühlingsindikators an einem bestimmten Tag des Jahres (FB-TDJ)¹⁷ berechnet. Darauf aufbauend erfolgte eine Kalkulation der relativen Unterschiede zum topographisch höchsten und daher kältesten Messpunkt auf der Albhochfläche (P1). Die dabei ermittelten Werte zeigen anschaulich, um wie viele Tage der Frühling an den anderen Untersuchungspunkten (P2–P7) früher beginnt (Δ FB) bzw. die Vegetationsperiode länger dauert (Δ VEG).¹⁸

Die Ergebnisse zeigen, dass ausgehend von der kühlen Albhochfläche (P1) der Bereich des Heidengrabens und sein unmittelbares Hinterland (P5 und P3) eine durchschnittlich 4–7 Tage längere Vegetationsperiode aufweisen. Der Frühling, und somit auch die Vegetationsperiode, setzen demnach rund sechs Tage früher als auf der Albhochfläche ein (vgl. Tab. 1: Δ FB).

Ein Vergleich des Oppidums mit den weiteren Messpunkten in seiner Nachbarschaft zeigt daher, dass der Heidengraben (P5) aus bioklimatischer Sicht der eindeutig günstigste Standort ist. Selbst im Bezug zu den ackerbaulich intensiv genutzten Fildern (P6) weist der Heidengraben hinsichtlich der Dauer der Vegetationsperiode nur ein Defizit von etwa vier Tagen auf.¹⁹ Dem prähistorischen Menschen offenbarte sich diese Klimagunst gegenüber der Hochfläche der Schwäbischen Alb, unter anderem durch die sehr viel geringeren Mengen an Schnee im Winter und einem deutlich früheren Abschmelzen desselben im Frühjahr.

Für eine ackerbauliche Nutzung ist neben der Länge der Vegetationsperiode auch die Frosthäufigkeit und vor allem das Auftreten von Spätfrösten ein wichtiger Faktor. Genaue Messungen hierzu, wie z. B. die durchschnittliche jährliche Anzahl der Frosttage, standen für die vorliegende Untersuchung leider nicht zu Verfügung und können aus den langjährigen Monatsmitteln der Periode 1961–1990 auch nicht abgeleitet werden. Dennoch erlauben zwei der bioklimatischen Parameter eine ungefähre Abschätzung der Frostgefährdung auf der Vorderen Alb. Dies ist zum einen die Temperatursumme der Monate Dezember, Januar und Februar (TS-12-02), zum anderen die langjährige mittlere Temperatur des kältesten Monats (MTK). Hierbei wird deutlich, dass die Berghalbinsel des Heidengrabens mit einer mittleren Temperatur des kältesten Monats von nur $-1,2^{\circ}\text{C}$ im Vergleich zur Albhochfläche um St. Johann (P2) und Münsingen (P1) mit Werten von $-2,3$ bis $-2,6^{\circ}\text{C}$ deutlich weniger Frösten ausgesetzt ist. Dies zeigt sich auch in den über die kalten Monate aufsummierten Temperaturen (TS-12-02). Hier liegen die Werte für die beiden letztgenannte Punkte zwischen $-3,6$ und $-4,1^{\circ}\text{C}$, während im Oppidum (P5) selbst, bzw. in dessen unmittelbarem Hinterland (P3), Werte zwischen $-1,3$ bis $-2,4^{\circ}\text{C}$ vorliegen.

Nur die Lenninger Alb (P4) kann hier – wie bei den mittleren durchschnittlichen Jahrestemperaturen und der Vegetationsperiode – mit dem Areal des Heidengrabens konkurrieren, doch ist davon auszugehen, dass die Grabenstettener Berghalbinsel bezüglich der Frostgefahr ein günstigeres Relief aufweist. So finden sich im Vergleich zur Lenninger Hochfläche im Bereich der guten Böden (siehe unten) keine abflusslosen Hohlformen. Kaltluft kann über die leicht geneigte Hochfläche ungehindert abfließen. Es bilden sich daher wohl kaum Kaltluftseen. Ein Umstand, der bioklimatisch in den flachgeneigten Trockentälern der Schwäbischen Alb häufig ungünstig auf die Entwicklung der Vegetation einwirkt.

17 TDJ (= Tag des Jahres). Der 23. April entspricht somit dem 113. Tag des Jahres. – Vgl. dazu Anm. 14.

18 Nach den Regressionsberechnungen von CHMIELEWSKI u. ROTZER (Anm. 14) führt 1°C Temperaturerhöhung der gemittelten Februar-Apriltemperatur zu einem früheren Einsetzen des Frühlingsindikators (B) von 6,68 Tagen. Ein Anstieg der Jahresmitteltemperatur von 1°C führt zu einer Verlängerung der Vegetationsperiode (L) um 5,08 Tage: $B = 149,4 - 6,68 \text{ MT02-04}$; $L = 141,8 + 5,08 \text{ MTJ}$.

19 Die Klimagunst des Neckartals (P7), eine der wärmsten Regionen in Baden-Württemberg, wird durch eine gegenüber der Albhochfläche dreieinhalb Wochen längere Vegetationsperiode deutlich.

Bezüglich der Niederschläge lässt die Region der Vorderen Alb ein relativ einheitliches Bild erkennen. Dies zeigt sich unter anderem, an den durchschnittlichen mittleren Jahresniederschlägen (MJN-SUM) mit Werten um 900–1000 mm. Auffällig ist jedoch, dass die meisten Niederschläge nicht auf den exponierten Lagen (P1 und P2) gemessen wurden, sondern am nördlichsten Untersuchungspunkt auf der Lenninger Alb (P4).

Im Allgemeinen stellen in unseren Breiten die Niederschläge jedoch nicht den limitierenden Faktor bei der Wahl eines Siedlungsplatzes dar. Wichtig ist für eine landwirtschaftliche Nutzung aber, dass im Verlauf der Vegetationsperiode ausreichend Niederschlag gleichmäßig verteilt fällt und überdies im Boden für die Pflanzen verfügbar gespeichert werden kann.

Ersteres zeigt sich anhand der Niederschlagssummen in der Vegetationsperiode (NSUM-VEG5). Dabei ist zu erkennen, dass an fast allen Messpunkten mit ca. 600–700 mm genügend Niederschlag fällt. Auf den Fildern (P6) liegen die langjährigen Mittel beispielsweise nur bei 500 mm, was in niederschlagsarmen Jahren zu Trockenstress führen kann. Das Risiko von Trockenstress in niederschlagsarmen Jahren ist daher am Heidengraben deutlich geringer zu bewerten als auf den Fildern. Hinsichtlich der Niederschlagsverteilung zeigt sich des Weiteren, dass die Niederschläge mit durchschnittlich ca. 90–100 mm pro Monat (NSO-05-10) recht gleichförmig über das Sommerhalbjahr von Mai bis Oktober verteilt sind.

Böden

Einen weiteren wichtigen Faktor für die Anlage einer Großsiedlung stellt die Qualität der zur Verfügung stehenden Böden dar. Bei der Betrachtung und Bewertung der pedologischen Verhältnisse im Bereich des Heidengrabens ist allgemein voraus zu schicken, dass auf der Schwäbischen Alb ein Mosaik aus flach- bis tiefgründigen Böden vorherrscht, deren Aufbau und Genese mitunter äußerst komplex sein kann. Dies rührt vor allem daher, dass auf der Hochfläche der Schwäbischen Alb zum Teil sehr alte Bodenbildungen aus dem Tertiär überliefert wurden, die in den Kaltzeiten eine periglaziale Überprägung erfuhren. So finden sich auf den exponierten Kulminationsbereichen einerseits flachgründige Rendzinen, in den schwach geneigten Trockentälern und abflusslosen Hohlformen dagegen mittel- bis tiefgründige sowie lehmig- bis tonige Böden. Bei Letzteren handelt es sich um tonige Verwitterungslehme, welche in den Kaltzeiten umgelagert und deren Oberböden teilweise durch äolische Lössablagerungen überprägt wurden. Die flachgründigen Böden werden dabei als Rendzina aus Kalksteinschutt und -zersatz, die tiefgründigen als Braunerde-Terra-fusca und Terra-fusca-Braunerde aus lehmbedecktem Kalksteinverwitterungslehm über Kalksteinzersatz sowie als Kolluvium aus Abschwemmmassen angesprochen.

Hinsichtlich der Relevanz für die prähistorische Besiedlung des Heidengrabens sollen hier jedoch nicht die bodengenetischen Besonderheiten, sondern die für eine landwirtschaftliche Nutzung relevanten Standortparameter besprochen werden. Je nach Gründigkeit, Tongehalt sowie Mächtigkeit der Lehme und überlagernden Deckschichten variieren die Standortparameter und damit die Nutzungsmöglichkeiten der Böden stark. Während die flachgründigen Rendzinen kaum Wasser pflanzenverfügbar speichern können und schlecht zu bearbeiten sind, wirken bei den lehmigen Böden die dichten Verwitterungslehme im Unterboden wasserstauend.

Abbildung 2 zeigt eine schematisierte Übersicht der Bodenverbreitung auf der Vorderen Alb.²⁰ Dabei liegen auf den nicht markierten Flächen überwiegend flachgründige Rendzinen vor, während es sich bei den rot schattierten Arealen um außerordentlich fruchtbare, mittel- bis tiefgründige lehmige

20 Die Verbreitung der Böden im Bereich des Heidengrabens sowie die entsprechenden Standortparameter wurden der Bodenübersichtskarte im Maßstab 1:200 000 entnommen und durch eigene Bohrstocksondierungen stichprobenartig verifiziert. – Siehe dazu: Bodenübersichtskarte von Baden-Württemberg BUEK 1:200 000. Wasser- und Bodenatlas digital (2004). – Nicht kartiert wurden schmale Senken- und Talbereiche, die sich für eine Besiedlung wenig eignen.

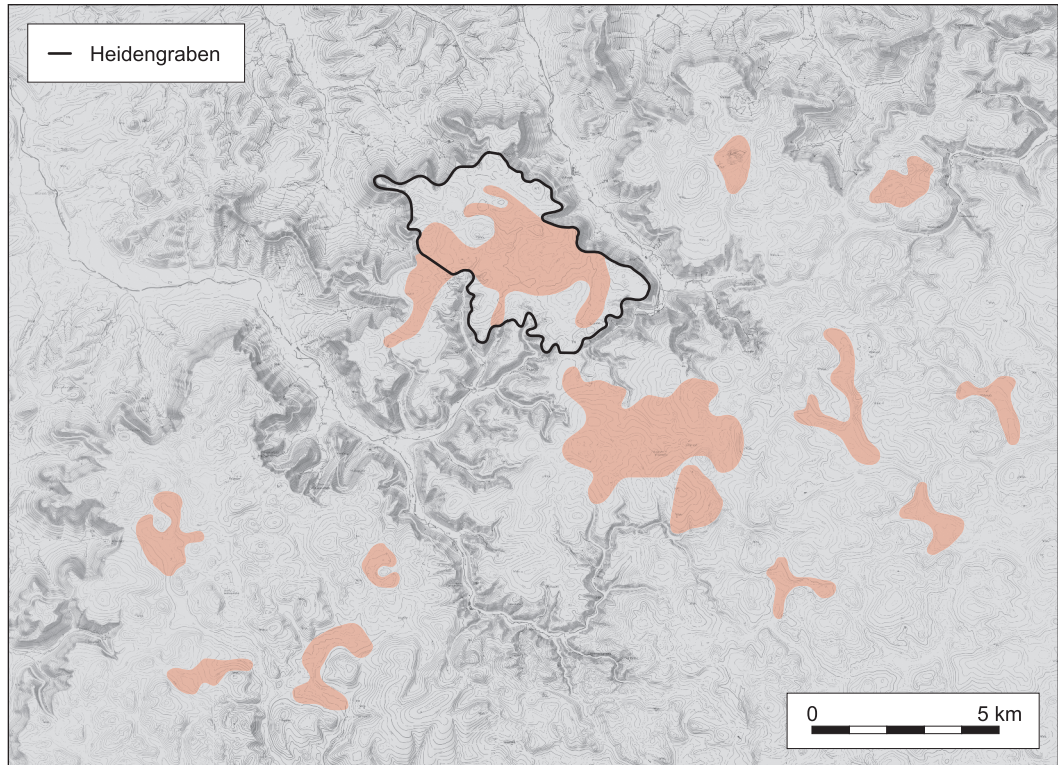


Abb. 2 Schematische Kartierung der fruchtbaren, mittel- bis tiefgründigen Böden im Bereich der Vorderen Alb (Kartengrundlage: Orohydrographische Karte von Baden-Württemberg, M 1:200 000, Bl. 7520 Reutlingen u. 7522 Bad Urach). © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (<http://www.lv-bw.de>), Az.: 2851.3-A/218.

Böden (v. a. Terra-fusca-Braunerden und Kolluvien) handelt. Wie die Kartierung erkennen lässt, finden sich Letztere gerade im Bereich des Heidengrabens in großen zusammenhängenden Flächen von über 2000 ha.

Allein im Innenraum des Oppidums dehnen sich die Böden mit überdurchschnittlich guten Standortsparmetern auf einem Areal von ca. 800 ha aus. Sie nehmen damit einen Anteil von knapp 50% der gesamten Siedlungsfläche ein.²¹ Mehr als 1000 ha des fruchtbaren Substrats finden sich darüber hinaus im unmittelbaren Hinterland des Heidengrabens, südöstlich von Grabenstetten, in Richtung Römerstein und Hengen.

Die für den Ackerbau wichtige Wasserspeicherkapazität im Wurzelraum²² wird für die genannten Böden mit 90–200 l/m² als mittel bis hoch eingestuft.²³ Im Zusammenhang mit den Niederschlagswerten (vgl. Tab. 2: P3 und P5) bedeutet dies, dass ein Großteil der fallenden Niederschläge den

21 Zur Nutzung der Böden und Besiedlung im Innenraums des Oppidums, siehe: G. STEGMAIER, Stadt – Land – Fluss: Zum Wirtschafts- und Besiedlungsgefüge des spätkeltischen Oppidums Heidengraben und seines weiteren Umlands. In: J. LESKOVAR/R. KARL (Hrsg.), Interpretierte Eisenzeiten. Fallstudien, Methoden, Theorie. Tagungsbeiträge der 3. Linzer Gespräche zur interpretativen Eisenzeitarchäologie. Stud. Kulturgesch. Oberösterreich (im Druck).

22 Die Wasserspeicherkapazität im Wurzelraum wird als nutzbare Feldkapazität (nFK) in l/m² angegeben. Es handelt sich dabei um das für Pflanzen nutzbare Wasser im durchwurzelbaren Oberboden (Hauptwurzelraum 3–4 dm). 100 mm Niederschlag pro Monat bei einer nFK \geq 100 l/m² bedeutet, dass der monatliche Niederschlag in der Vegetationsperiode den Pflanzen vollständig zur Verfügung steht. – Siehe auch: E. SCHLICHTING/H.-P. BLUME/K. STAHR, Bodenkundliches Praktikum (Wien 1995) 58–60.

23 Vgl. Bodenübersichtskarte (Anm. 20).

Pflanzen auch zur Verfügung steht. Zu Beginn der Vegetationsperiode liegt die verfügbare Wassermenge im Wurzelraum bei 200 l/m^2 , wobei dieser durch die gleichmäßig verteilten Niederschläge in der Vegetationsperiode immer wieder neu aufgefüllt wird, so dass kein Wassermangel entstehen kann. Darüber hinaus ist auch die potenzielle Austauschkapazität (KAK_{pot}) pflanzenverfügbarer Nährstoffe – ein Indikator für die Fruchtbarkeit von Böden – als mittel bis hoch einzustufen.²⁴ Vergleichbar gut zu bewertende Böden finden sich auf der Schwäbischen Alb nicht allzu häufig. Als geschlossene Areale mit größerer Flächenausdehnung liegen sie im weiteren Umfeld des Heidengrabens und der Vorderen Alb nur um Römerstein und Grabenstetten vor.

Zusammenfassung

Wollte man also im Bereich der hier zu besprechenden Region eine befestigte Höhensiedlung in der Größe des Heidengrabens errichten, so zeigt sich, dass mit der Wahl des Siedlungsplatzes bei Grabenstetten der ackerbaulich beste Standort ausgewählt wurde. Neben äußerst fruchtbaren Böden, einem vergleichsweise milden Klima sowie einer ausreichenden Wasserverfügbarkeit bot die Hochfläche auch aus fortifikatorischer Sicht außerordentlich günstige Voraussetzungen.²⁵

Wie die Verbreitung der mittel- bis tiefgründigen Böden zeigt, war es möglich, große Areale fruchtbaren Ackerlands im Schutz der Wallanlagen zu bewirtschaften. Darüber hinaus standen im unmittelbaren Vorfeld des Oppidums weitere ausgedehnte, landwirtschaftlich hochwertige Anbauflächen zur Verfügung.

Hier lassen sich in spätkeltischer Zeit wohl auch die externen, agrarwirtschaftlich genutzten Areale lokalisieren, die das Oppidum zusätzlich mit Getreide und anderen Nahrungsmitteln versorgten. Die Existenz – bislang noch unbekannter – spätlatènezeitlicher Gehöfte und Ansiedlungen ist daher gerade in diesem Gebiet mehr als wahrscheinlich. So hätte eine dort ansässige Bevölkerung im Falle einer kriegerischen Bedrohung die schützenden Wälle des Oppidums schnell und problemlos erreichen können.

Dass die ausgedehnten Areale an fruchtbaren Böden und die verhältnismäßig günstigen klimatischen Voraussetzungen auf der Vorderen Alb auch schon in früheren Zeiten intensiv genutzt wurden, belegen Fundorte wie das hallstattzeitliche Gräberfeld beim Burrenhof,²⁶ die späthallstatt- und frühlatènezeitliche Siedlung in der ‚Strangenhecke‘²⁷ sowie das etwas weiter abseits gelegene Grabhügelfeld von Zainingen.²⁸

24 Die Austauschkapazität pflanzenverfügbarer Nährstoffe (KAK) wird in der Bodenübersichtskarte (Anm. 20) als potenzielle Kationenaustauschkapazität (KAK_{pot}), d. h. Austauschkapazität für Kationen bei pH 7–8 in cmolc/kg angegeben und bewertet. Für die tiefgründigen Böden im Bereich des Heidengrabens sind Werte von 100–300 cmolc/kg angegeben (mittel–hoch). Bei hohen Austauschkapazitäten kann der Boden viele pflanzenverfügbare Nährstoffe speichern, auf welche die Pflanzen bei Bedarf zugreifen können. Beispielsweise werden bei einer Düngung die Nährstoffe im Boden gehalten und nicht sofort ausgewaschen.

25 Auf weitere positive Faktoren, wie die verkehrsgeographische Lage und die Verfügbarkeit ökonomisch relevanter Rohstoffe, die wohl die Entstehung des Oppidums Heidengraben begünstigten, soll an anderer Stelle ausführlich eingegangen werden. – Siehe dazu: G. STEGMAIER, Naturraum, Topographie und Ökonomie: Bemerkungen zu Lage und Bedeutung des spätkeltischen Oppidums „Heidengraben“. Akten des dreizehnten internationalen Kongresses für Keltische Studien, Bonn 2007. Beih. Bonner Jahrb. (im Druck).

26 F. KLEIN/J. REHMET, Abschließende Untersuchungen im hallstattzeitlichen Grabhügelfriedhof beim Burrenhof, Gemeinde Grabenstetten, Kreis Reutlingen. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 1990, 74–79. – G. STEGMAIER, Zu einer Kinderbestattung der Urnenfelderkultur aus dem Gräberfeld beim Burrenhof, Gde. Grabenstetten, Kreis Reutlingen. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 2006, 50–52 (mit weiterer Literatur).

27 KNOFF (Anm. 1) 15–49 (mit weiterer Literatur).

28 H. ZÜRN, Katalog Zainingen. Ein hallstattzeitliches Grabhügelfeld. Veröff. Staatl. Amt Denkmalpfl. Stuttgart A 4 (Stuttgart 1957). – F. KLEIN, Das hallstattzeitliche Gräberfeld von Römerstein-Zainingen, Kreis Reutlingen. Kulturdenkmale in Baden-Württemberg, Kleine Führer Bl. 56 (Tübingen 1989).

Für die Entstehung des Oppidums Heidengraben dürften die genannten geoökologischen Faktoren aber in jedem Fall von entscheidender Bedeutung gewesen sein.²⁹ Durch seine günstige Lage unterscheidet sich der Heidengraben hinsichtlich der naturräumlichen Gegebenheiten deutlich vom Rest der Schwäbischen Alb, was sicherlich nicht nur in kritischen Jahren mit anhaltenden Schlechtwetterperioden über Leben und Tod der spätkeltischen Bevölkerung entscheiden konnte.

Die im Vorangegangenen formulierten Ergebnisse zeigen, dass eine eingehende Untersuchung der geoökologischen Rahmenbedingungen im Bereich von prähistorischen Fundplätzen zu einem sehr viel besseren Verständnis der Lage und Ausdehnung ur- und frühgeschichtlicher Siedlungen beitragen kann. So war es im Fall des Heidengrabens möglich, anhand der erst seit kurzem für ganz Baden-Württemberg vorliegenden und zum Teil eigenständig prozessierten digitalen thematischen Karten eine detaillierte Auswertung der naturräumlichen Gegebenheiten durchzuführen und die für eine Besiedlung relevanten Faktoren herauszuarbeiten. Im Rahmen zukünftiger Untersuchungen scheint es daher durchaus lohnenswert, entsprechende Analysen auf der Basis der hier vorgestellten Daten auch für andere Fundstellen zu erarbeiten.

Schlagnwortverzeichnis:

Besiedlung; Bodenkunde; Böden; Eisenzeit; Geoökologie; Heidengraben; Klima; Landwirtschaft; Latènezeit; Niederschläge; Naturraum; Oppidum; Siedlung; Vordere Alb; Vorrömische Eisenzeit.

Anschriften der Verfasser

GERD STEGMAIER M. A.
Regierungspräsidium Tübingen
Archäologische Denkmalpflege
Alexanderstraße 48
72072 Tübingen
E-Mail: gerd.stegmaier@gmx.de

Dipl. Geogr. JENS WAHR
Institut für Geowissenschaften
Eberhard Karls Universität Tübingen
Sigwartstraße 10
72076 Tübingen
E-Mail: jens.wahr@uni-tuebingen.de

29 Die aus agrarwirtschaftlicher Sicht besondere Stellung des Heidengrabens wurde auch schon bei früheren Untersuchungen erkannt, damals aber dahingehend interpretiert, dass es für keltische Bauern wohl keinen Unterschied machte, ob sie ihr Getreide im Neckarland, auf der Schwäbischen Alb oder im Alpenvorland anbauten. – Vgl.: M. RÖSCH, Eisenzeitliche Pflanzenreste aus dem keltischen Oppidum Heidengraben bei Grabenstetten, Kreis Reutlingen. In: KNOPF (Anm. 1) 242 f. – Über diese Angaben hinausgehend, lässt die hier vorgestellte geoökologische Analyse jedoch vermuten, dass innerhalb der verschiedenen naturräumlichen Einheiten ganz gezielt die jeweils besten Standorte für eine ackerbauliche Nutzung ausgewählt wurden.