GIS-gestützte Auswertung grossmassstäblicher historischer Karten als historisch-geographischer Beitrag zur archäologischen Forschung am Beispiel der frühkeltischen Fürstensitze in Südwestdeutschland

Autor(en): **Schuppert, Christof**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Hefte des Archäologischen Seminars der Universität Bern**

Band (Jahr): **21 (2009)**

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-521467

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Christof Schuppert

GIS-gestützte Auswertung grossmassstäblicher historischer Karten als historisch-geographischer Beitrag zur archäologischen Forschung am Beispiel der frühkeltischen Fürstensitze in Südwestdeutschland

Einleitung

Durch die breite Verfügbarkeit von Geoinformationssystemen (GIS) haben historische Karten in den letzten Jahren einen Bedeutungswandel erfahren. Waren sie lange Zeit vielmehr Sammler- als Forschungsobjekte, so werden sie heute in raumwissenschaftlich orientierter Forschung und Planung verstärkt als Informationsquellen für historische Landschaftszustände angesehen. Beispielhaft für diese neue Anwendungsvielfalt seien hier die Arbeiten von Bender 2007, Bund 1998, Domaas 2005, Egli u. a. 2005, Fichtinger 2005, Neuer 2003, Schuhmacher 2006 und Witschas 2006 genannt.

Gerade historische Kartenwerke, die seit dem späten 18. oder frühen 19. Jahrhundert entstanden sind, beinhalten systematisch und flächendeckend erfasste Informationen über ehemalige Landschaftszustände. Sie zeigen die mitteleuropäische Kulturlandschaft noch vor der tiefgreifenden Überprägung durch die Industrialisierung, die neben dem massiven Ausbau von Siedlungen und Verkehrswegen auch die Maschinisierung und Spezialisierung in der Landwirtschaft und somit auch die groß angelegten Flurbereinigungen auslöste und dadurch das Landschaftsbild in den letzten 200 Jahren grundlegend veränderte (Dix/Kleefeld 2005). So sind es besonders die heute verschwundenen oder stark modifizierten Kulturlandschaftselemente wie etwa Wälle, Gräben, Raine, Flurformen, Wege- und Gewässerverläufe sowie Spuren historischer oder prähistorischer wirtschaftlicher Tätigkeiten, die im Interesse historisch-geographischer Forschung stehen. Aus der Rekonstruktion und Datierung dieser historischen Strukturen ergeben sich im Verlauf einer retrogressiven Landschaftsanalyse Hinweise auf anthropogene Einflüsse in unterschiedlichen Epochen der Landschaftsgeschichte (Schenk 2005).

Die Auswertung historischer Quellen findet in Bezug auf archäologische Fragestellungen meist nicht systematisch statt, obwohl diese Untersuchungen durchaus Hinweise auf prähistorische Landschaftsstrukturen erbringen können, die vor der Ausräumung der Landschaft noch vorhanden waren. Um diese Fülle an räumlichen Informationen, die besonders in großmaßstäblichen historischen Karten enthalten sind, erfassen und verarbeiten zu können, sind Geoinformationssysteme mit Datenbankanbindung das geeignete Werkzeug (Madry 2006, Dross 2006).

Im Folgenden wird dieser Forschungsansatz am Beispiel des Projektes «GIS-gestützte historisch-geographische Untersuchungen im Umfeld frühkeltischer Fürstensitze in Südwestdeutschland» erläutert, das im Rahmen des Schwerpunktprogramms der Deutschen Forschungsgemeinschaft «Frühe Zentralisierungs- und Urbanisierungsprozesse — Zur Genese und Entwicklung frühkeltischer Fürstensitze und ihres territorialen Umlandes» durchgeführt wird.

Forschungsobjekte frühkeltische «Fürstensitze»

Die sogenannten frühkeltischen «Fürstensitze» nehmen eine besondere, bis heute nicht ausreichend geklärte Rolle in der mitteleuropäischen Vorgeschichte ein. Es handelt sich dabei um komplex strukturierte Siedlungszentren der jüngeren Hallstattzeit (Hallstatt D, ca. 650–475 v. Chr.), deren geographische Verbreitung von Ostfrankreich über die Nordwestschweiz bis nach Südwestdeutschland reichte. Folgende Kriterien müssen nach Kimmig (1969), der das Fürstensitzmodell in den 1960er Jahren begründete, gegeben sein, damit man von einem frühkeltischen «Fürstensitz» sprechen kann: Vorhandensein einer Burg und Unterstadt, mediterrane Importwaren und mehrere Grabhügel mit reichen Grabbeigaben (sogenannte Fürstengräber) in der Nähe. Zu den prominentesten Vertretern der frühkeltischen «Fürstensitze» zählen die Heuneburg an der oberen Donau, der Mont Lassois an der Seine und der Glauberg in der Wetterau.

Welche Funktion hatten diese zumindest teilweise als stadtartig anzusprechenden Zentren und welche Faktoren führten zur ihrer Entstehung? Dies sind die wichtigsten Fragen, denen das Schwerpunktprogramm nachgeht.[1] Das historisch-geographische Teilprojekt hat die Erforschung ausgewählter «Fürstensitze» und ihrer Umgebung auf der Grundlage kartographischer, bildlicher und schriftlicher Quellen zum Ziel. Zu den untersuchten Standorten zählen der Glauberg in der Wetterau, die Heuneburg an der oberen Donau, der Hohenasperg nordwestlich von Stuttgart und der Ipf am Rande des Nördlinger Rieses (siehe **Abb. 1**).

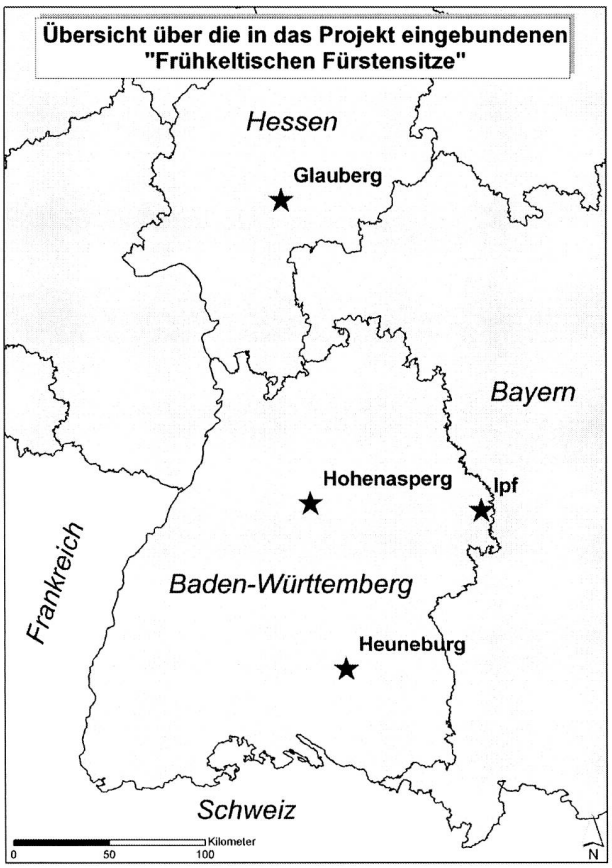

Abb. 1: Übersicht über die im Projekt eingebundenen Untersuchungsstandorte.

1 Siehe dazu Biel / Krausse 2005, Krausse 2008 und 2009 sowie den Antrag des DFG-Schwerpunktprogramms 1171 unter http://www.fuerstensitze.de/1123_Antrag%20des%20SPP.html.

Forschungsziele und Untersuchungsebenen

An den ausgewählten Standorten wird je eine lokale und eine regionale Untersuchungsebene unterschieden. Auf der lokalen Untersuchungsebene sollen neue Erkenntnisse bezüglich der historischen Topographie, d.h. der Größe und der internen Struktur der untersuchten «Fürstensitze» und ihres unmittelbaren Umfeldes, gewonnen werden. Dazu werden in bis zu einem Kilometer Entfernung vom jeweiligen «Fürstensitz» heute nicht mehr vorhandene Wälle, Gräben, Grabhügel, Brücken, Furten sowie der ehemalige Verlauf von Flurstücksgrenzen, Wegen und Gewässern etc. erfasst. Grundlage für die Erfassung sind vor allem frühe großmaßstäbliche Katasterwerke, einzelne Flurkarten und ergänzend schriftliche Quellen, die möglichst detailliert landschaftsbeschreibende Informationen liefern, wie etwa Lagerbücher, Inspektions- oder auch Gerichtsprotokolle. Ziel ist neben einer Rekonstruktion bislang unbekannter vorgeschichtlicher Strukturen auch die Erfassung und Datierung bekannter, heute nicht mehr sichtbarer Landschaftselemente, die im archäologischen Befund oft schwer einzuordnen sind. Eine stark interdisziplinär ausgerichtete Arbeitsweise ist hierfür Voraussetzung.

Die Untersuchungen auf der regionalen Ebene haben die Herausarbeitung naturräumlicher Standortfaktoren bis zu einer Entfernung von etwa zehn Kilometern zum Ziel, die bei der Genese und Entwicklung der «Fürstensitze» eine Rolle gespielt haben könnten. Dazu werden Informationen zu historisch belegten Nutzungsformen und deren diachroner Entwicklung, etwa bezüglich des Abbaus von Bodenschätzen, der Landnutzung oder der Nutzung natürlicher Verkehrsadern, in Altkarten und schriftlichen Quellen gesammelt. Auf diese Weise sollen auch im weiteren Umland mögliche Gründe für die eisenzeitlichen Zentralisierungsprozesse erfasst werden.

Methodische Vorgehensweise

Recherche nach geeigneten Quellen

Grundlage der Untersuchung stellen vor allem historische Karten im Maßstab größer 1:100 000 dar. Die ersten flächendeckenden historischen Kartenwerke, die auf übergeordneten trigonometrischen Netzen be-

ruhen, entstanden in Europa im Zuge der ersten exakten topographischen Landesaufnahmen im frühen 19. Jahrhundert.[2] Zur Ergänzung bzw. Erweiterung der Untersuchungen wurden auch ältere Karten mit einfacher bzw. gänzlich ohne Vermessungsgrundlage sowie historische Ansichten und schriftliche Quellen in die Untersuchung miteinbezogen.

Zunächst muss ermittelt werden, welches historische Kartenmaterial für das Untersuchungsgebiet in Frage kommt und in welcher Form es zur Verfügung steht. Um alle vorhandenen Karten für ein bestimmtes Gebiet zu erfassen, sind oft langwierige Recherchen notwendig, da nur selten Zusammenstellungen der regionalen Kartographiegeschichte existieren. Das gilt im Besonderen für handschriftliche Karten, die nur kleine Gebiete abdecken und teilweise noch unverzeichnet oder nicht genauer beschrieben in den Archivbeständen vorhanden sind.

Die für das Untersuchungsgebiet vorhandenen Kartenwerke bzw. Einzelkarten müssen dann auf ihre Aussagefähigkeit bezüglich des Untersuchungsthemas geprüft werden. In vielen Fällen ist dazu eine Sichtung des Materials notwendig. Denn neben gewünschter räumlicher Abdeckung und geeignetem Maßstab ist die Frage nach dem Grund der Kartenherstellung die wichtigste bei der Auswahl geeigneter Karten. Gerade auf großmaßstäblichen historischen Einzelkarten finden sich meist nur diejenigen Elemente, deren Darstellung im jeweiligen Zusammenhang von Interesse war. Weitere Elemente fehlen oder sind nur schematisch angedeutet.

Generell können historische Karten, die etwa ab 1700 entstanden sind, in einem GIS ebenfalls verwendet werden. Die Karten des 18. Jahrhunderts sind jedoch noch nicht nach modernen Messmethoden entstanden und weisen daher Fehler auf, die aber mithilfe von verschiedenen Methoden kenntlich gemacht werden können. Informationen aus früheren Karten lassen sich in einem GIS darstellen, auch wenn es aufgrund der fehlenden geometrischen Darstellung kaum möglich ist, etwa Augenscheinkarten des 15. bis 17. Jahrhunderts direkt einzubinden. Dazu können die Informationen in Form von Punkten, Linien oder Flächen mit dem entsprechenden Grad der verfügbaren räumlichen Genauigkeit dargestellt werden. Dies kann durch kartographische Mittel wie Symbolgröße oder Signatur umgesetzt werden. Gleiches gilt für Informationen aus historischen Ansichten oder schriftlichen Quellen wie Urbare, Visitationsprotokolle, Grenzumgänge oder frühe landeskundliche Aufnahmen.

Aufbereitung von Altkarten für GIS

Wie in vielen anderen Disziplinen, die mit raumbezogenen Daten arbeiten, sind Geoinformationssysteme auch in der Historischen Geographie zu einem Standardwerkzeug geworden, ohne die eine flächenhafte Auswertung historischer Karten und deren vergleichender Analyse mit den aktuellen Landschaftsverhältnissen nicht möglich wäre (siehe dazu Dross 2006, Gregory 2003, Gregory/Ell 2007 und Plöger 2003). Die Historische Geographie ist eine stark interdisziplinär arbeitende Raumwissenschaft, die in ihrem Erkenntnisinteresse und ihren Methoden zwischen vielen Disziplinen vermittelt. Diesem Paradigma folgend können räumliche Informationen, die in historischen Karten enthalten sind, mithilfe eines GIS erfasst, mit aktuellen Geobasisdaten oder Geofachdaten weiterer Bereiche wie Archäologie, Bodenkunde oder Geologie verschnitten und ausgewertet werden. Im Folgenden soll der Arbeitsablauf einer GIS-gestützten historisch-geographischen Untersuchung, die auf historischen Karten basiert, kurz erläutert werden (siehe dazu auch Domaas 2005, Grosse 2003 und Witschas 2006).

Scannen und Nachbearbeiten

Zur Integration einer historischen Karte in ein GIS muss die Karte in digitaler Form vorliegen. Dies setzt das Scannen des Originals mit einer Auflösung etwa zwischen 600 und 1200 dpi voraus.[3] Durch das Scannen entstehen digitale Rasterbilder, die in einem GIS verwendet werden können.

Zur Verbesserung der Qualität ist eine Nachbearbeitung mit einer Bildbearbeitungssoftware hilfreich. Dabei steht die Optimierung von Kontrast, Helligkeit sowie Tonwert- und Schärfekorrektur im Vordergrund.

2 Einen Überblick über die Entwicklung in einzelnen europäischen Staaten geben Kain / Baigent 1993.

3 Eine höhere Auflösung kann aufgrund der resultierenden Dateigrößen der Rasterbilder unter Umständen die Performance eines GIS beeinträchtigen. Eine Lösung bietet hier die sogenannte Mosaikierung der Karten (siehe dazu Walz / Berger 2003).

Sollen mehrere Blätter eines Kartenwerkes im GIS nebeneinander verwendet werden, ist zudem das manuelle Zuschneiden des Kartenbildes unerlässlich, wenn man ein nahtloses Kartenbild erreichen will.

Georeferenzieren, Entzerren und Überprüfen der Genauigkeit

Die Zuweisung von Koordinaten des in den Referenzdaten verwendeten Koordinatensystems zu einzelnen Zellen der durch Scannen der Originale erzeugten Rasterbilder wird als Georeferenzierung bezeichnet. Diese erfolgt am Bildschirm über Passpunkte (Karte-auf-Karte-Entzerrung) mittels eines entsprechenden Werkzeuges, das heute in den meisten Desktop-GIS vorhanden ist. Als Referenzkarte wurde je nach Maßstab das Automatisierte Liegenschaftskataster (ALK), das Amtliche Topographische Informationssystem (ATKIS) oder die Topographische Karte 1:25000 verwendet. Um dabei eine höchstmögliche Genauigkeit zu erreichen, sind ausreichend Passpunkte zu ermitteln, die sowohl in der historischen Karte als auch in einer aktuellen Referenzkarte vorhanden sind. Dabei sind Passpunkte mit potenziell hoher diachroner Persistenz vorzuziehen. Dazu zählen je nach Maßstab Kirchen, Burgen oder andere markante Gebäude sowie im Bereich größer 1:5000 auch persistente Wegekreuzungen oder Flurstücksgrenzen.

Vor Beginn der Georeferenzierung sollte das Auswerteziel bestimmen, wie genau, also wie aufwändig, gearbeitet werden soll. Im Fall der vorliegenden Untersuchung hat sich gezeigt, dass die betreffenden historischen Karten auch ohne hochpräzise Techniken aus Photogrammetrie und Geodäsie auswertbar waren, da Veränderungen hinreichend genau sichtbar werden. Zur Vermeidung einer grob fehlerhaften Georeferenzierung einzelner Bildbereiche ist eine gleichmäßige Verteilung der Passpunkte notwendig. Außerdem sollten aufgrund des radialen Bildversatzes nur Passpunkte verwendet werden, die in einer mittleren Geländeebene liegen (Kalke u. a. 2002). Schließlich kann auch die Wahl des Transformationsgrades der Polynomial-Transformation das Ergebnis entscheidend beeinflussen. Bei Karten, von denen bekannt ist, dass sie ungenau sind, ist ein höherer Transformationsgrad zu wählen. Um diesen zu ermöglichen, ist allerdings eine höhere Anzahl an Passpunkten notwendig. Alternativ zu einer Polynomial-Transformation kann auch das Verfahren der maschenweisen Transformation («Rubber Sheeting») angewandt werden, dessen Vorteile in Bereichen gut verdichteter und gleichmäßig verteilter Passpunkte zur Geltung kommen (Walz/Berger 2003).

Die Genauigkeit des Ergebnisses ist mit dem sogenannten RMS-Fehler (Root Mean Square) überprüfbar, der einen durchschnittlichen Fehlerwert der Georeferenzierung angibt. Im Allgemeinen sollte er nicht größer sein als die halbe Rasterauflösung der gescannten historischen Karte.[4] Dabei zeigte sich, dass bei Karten, die auf keiner trigonometrischen Messung beruhen, wie z.B. die Schmittsche Karte von Südwestdeutschland (entstanden 1793–1797), die Verwendung höherer Transformationsgrade zu besseren Ergebnissen führt. Die Genauigkeit der Georeferenzierung kann durch Papierverzug aufgrund von Feuchtigkeit oder im Falle von verfilmten Karten durch perspektivisch bedingte Verzerrungen in den Randbereichen beeinträchtigt sein. Weitere Ungenauigkeiten gehen auf unterschiedliche Generalisierungsgrade oder unterschiedliche Bezugssysteme zurück.[5] Die größte Fehlerquelle stellt die zugrunde liegende historische Aufnahme dar. Teilweise mussten Karten schnell verfügbar sein, so dass die Vermessungsarbeiten gerade in peripheren Bereichen nicht akkurat durchgeführt werden konnten. Das Aufspüren derartiger Fehler ist beispielsweise mit der Freeware MapAnalyst möglich, die Verzerrungsgitter und Fehlervektoren berechnet, welche Aussagen über Genauigkeit und Verzerrungen in der alten Karte ermöglichen (Jenny u. a. 2005). Dabei reicht oft eine schnelle Grobgeoreferenzierung aus, um die größten Fehler der Karte aufzuzeigen.

Vektorisieren

Um die Informationen, die in einer historischen Karte enthalten sind, leichter zugänglich zu machen und diese im GIS mit anderen Daten zu bearbeiten, ist es notwendig, Vektordaten zu erzeugen. Der Prozess der Vektorisierung, d.h. die Generierung von Punkten, Li-

4 Die mathematischen Grundlagen dieser Problematik sind bei Beineke 2001 zusammengefasst.

5 Probleme der Georeferenzierung historischer Karten und entsprechende Lösungsansätze finden sich bei Walz / Berger 2003.

nien und Flächen vor dem Hintergrund eines georeferenzierten Rasterbildes, ist ein zeitraubendes Verfahren, da es im Falle von historischen Karten weitgehend manuell durchgeführt werden muss. Vor Beginn der Vektorisierung müssen der gewünschte Maßstab und damit die Genauigkeit der erzeugten Objekte festgelegt werden. Zusätzlich zur geometrischen Erfassung der Landschaftselemente können auch Attribute wie Quelle, Genauigkeit der räumlichen Information, Ansprache und Datierung im jeweiligen Datensatz gespeichert werden. Generell ist die Vektorisierung meist nur bei historischen Karten sinnvoll, die nach modernen Vermessungsmethoden aufgenommen wurden.

GIS-gestützte Analyse und Dokumentation

Sind die Vektordaten auf der Grundlage historischer Karten generiert, lassen sich mit diesen weitere Analysen im GIS durchführen. Dabei handelt es sich im Fall des vorgestellten Projektes unter anderem um räumliche Abfragen, Generierung von Pufferzonen und Verschneidung der Informationen aus historischen Karten mit aktuellen Geobasisdaten und Geofachdaten. Unter Geobasisdaten versteht man die aktuellen Daten der Landesvermessung, die sowohl im Rasterformat (digitale topographische Karten, digitale Orthofotos) als auch im Vektorformat (ATKIS, ALK) vorliegen. Noch relativ neu sind die hoch aufgelösten digitalen Geländemodelle (1 Meter Rasterweite und weniger), die mittels flugzeuggestützter Lasertechnik (Airborne Laserscanning) aufgenommen wurden. Dieses Verfahren wird in Baden-Württemberg seit einigen Jahren auch speziell für die Prospektion und Dokumentation archäologischer Fundstellen angewandt (Bofinger u. a. 2006). Gerade diese LiDAR-Daten (benannt nach dem Messverfahren «Light detection and ranging») eignen sich hervorragend zur integrativen GIS-gestützten Analyse mit historischem Kartenmaterial, da Landschaftsrelikte, die in diesen Daten noch sichtbar sind, anhand von Informationen aus historischen Karten oftmals klassifiziert und teilweise auch datiert werden können. Zu diesen Landschaftselementen, die vor allem seit Mitte des 19. Jahrhunderts besonders im Zuge von Flurbereinigungen, Straßenbau und Gewässerbegradigungen verschwunden sind, zählen Flurstücksgrenzen, Wegeverbindungen, Waldgrenzen oder ehemalige Flussverläufe, aber auch potenziell vorgeschichtliche Landschaftselemente wie Gräben, Wälle oder Grabhügel. Daher ist auch der räumliche Abgleich der Informationen aus historischen Karten und bekannten archäologischen Fundplätzen sinnvoll. Um die räumliche Verteilung bestimmter Landschaftselemente wie Steinbrüche, Lehmgruben, Pingen oder den Verlauf von Landnutzungsgrenzen besser zu verstehen, müssen geologische und pedologische Daten in die GIS-Analyse eingebunden werden.
Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt ebenfalls im GIS mittels sogenannter Reliktkarten, auf denen heute nicht mehr vorhandene Landschaftselemente kartiert wurden, oder in Form von Landschaftswandelkarten, welche die Veränderung der Landnutzung über einen bestimmten Zeitraum darstellen (Burggraaff/Kleefeld 1998).

Erste Ergebnisse der Untersuchungen

Im Folgenden werden nun beispielhaft einige Ergebnisse von den Untersuchungsstandorten Heuneburg und Glauberg vorgestellt, die durch die Anwendung der oben geschilderten Methodik erzielt werden konnten. Da die Untersuchungen noch andauern, handelt es sich hier um vorläufige Resultate.[6]

Heuneburg

Die Heuneburg ist der bekannteste Vertreter der frühkeltischen «Fürstensitze». Es handelt sich dabei um einen an der oberen Donau in Oberschwaben gelegenen Talsporn, auf dem für die Späthallstattzeit mediterran beeinflusste Lehmziegelarchitektur sowie griechische und etruskische Importware nachgewiesen werden konnte. Zahlreiche Grabhügelgruppen mit Großgrabhügeln («Fürstengräber») wie der «Hohmichele» unterstreichen die Bedeutung der Heuneburg während der Späthallstattzeit.
Obwohl die Heuneburg schon seit Jahrzehnten Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen ist, konnten durch Archivrecherchen neue Erkenntnisse gewonnen werden. So konnte anhand von Flurkarten und schriftlichen Quellen nachgewiesen werden, dass große Teile der Befestigungsanlagen, die mit hoher Wahrschein-

6 Siehe dazu auch Schuppert / Dix 2009.

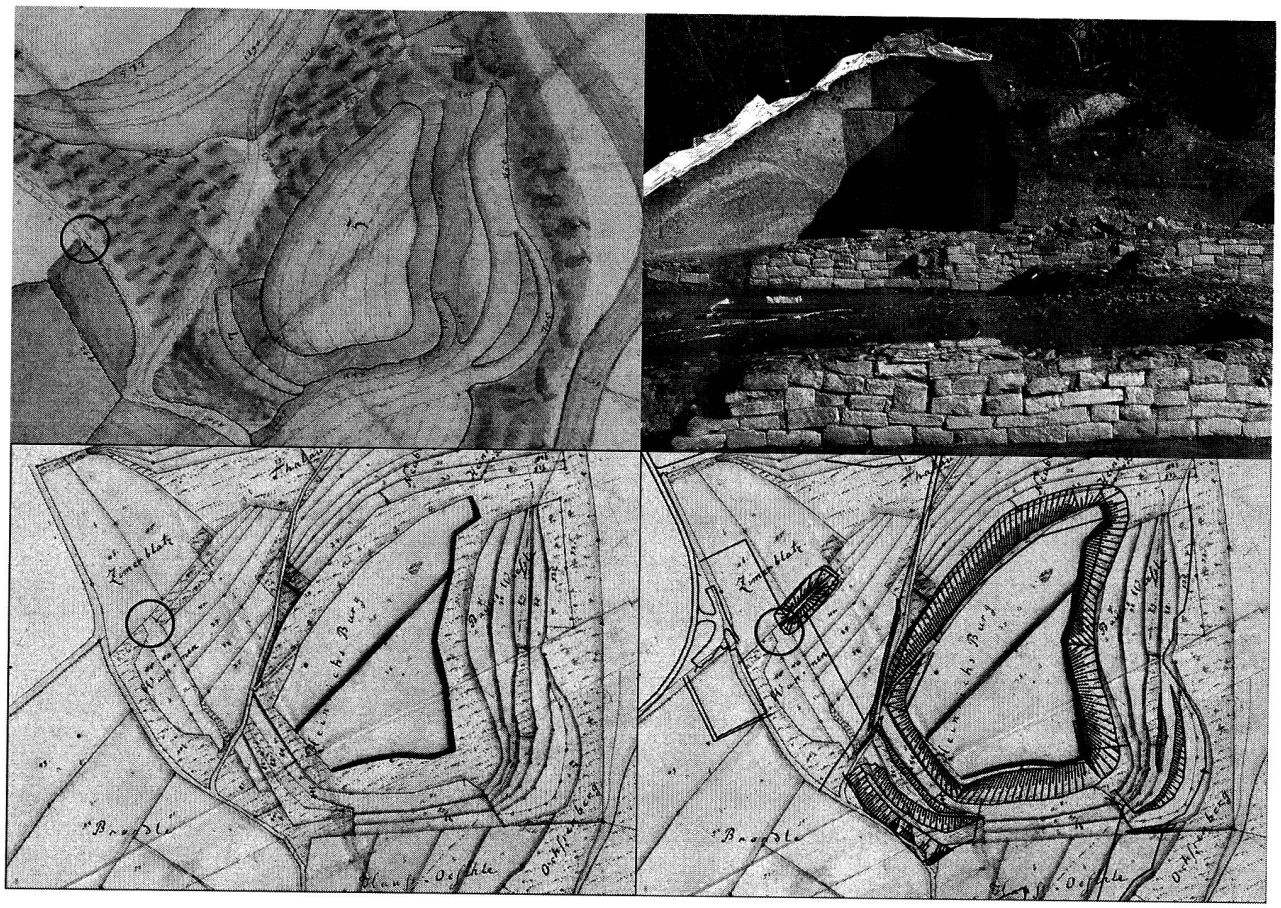

Abb. 2: Oben links: Ausschnitt aus einer Flurkarte von ca. 1800. — Oben rechts: Das Steintor im äußeren Wall der Heuneburg während der Grabungen 2006. — Unten links: Ausschnitt aus einer Flurkarte von 1824. — Unten rechts: Ausschnitt aus einer Flurkarte von 1824 überlagert mit der heutigen Topographie.

lichkeit der späthallstattzeitlichen Phase zuzurechnen sind, erst in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts im Zuge von sogenannten Meliorationsmaßnahmen der nahegelegenen Staatsdomäne Talhof eingeebnet wurden. Auf Flurkarten, die zwischen 1800 und 1825 entstanden sind, ist außerdem eine Lücke in der damals noch vorhandenen äußeren Wallanlage erkennbar, in der in den Jahren 2005 bis 2008 ein steinernes Kammertor ausgegraben wurde, das in die späthallstattzeitliche Phase der Heuneburg datiert wurde und offensichtlich mit der Stein-Lehmziegel-Architektur auf dem Heuneburg-Plateau korrespondiert.[7] **Abbildung 2** zeigt eine Flurkarte ca. aus dem Jahr 1800 (oben links), ein Foto, das während der Ausgrabungen 2006 entstand und auch den heute noch vorhandenen Wallstumpf nördlich des Tores zeigt (oben rechts) sowie eine Flurkarte aus dem Jahr 1824 (unten links) und deren Überlagerung im GIS mit der aktuellen topographischen Situation (unten rechts).

Außerdem konnten auch einige Landschaftsstrukturen datiert bzw. erklärt werden. Die Auswertung von Forstkarten des ehemaligen Klosters Heiligkreuztal, zu dessen Territorium die Heuneburg bis zur Säkularisierung 1806 gehörte, ermöglichte die Rekonstruktion ehemaliger Wegeverläufe im Wald nordwestlich der Heuneburg, die bei der geomagnetischen Prospektion und im archäologischen Befund teilweise nicht klar von Gräben unterschieden werden konnten. Ebenso konnte ein Damm, der sich unterhalb der Heuneburg im Donautal befindet und dessen Entstehungszusammenhänge bislang unklar waren, mittels wasserbaulicher Pläne zur Donauregulierung in die Jahre 1910–1912 datiert werden. Hinzu kommen einige Landschaftsele-

7 Siehe Bericht zu den Grabungen in der Heuneburg-Vorburg 2000–2006 von Kurz 2008, zu den Perioden der Heuneburg siehe Gersbach 1989.

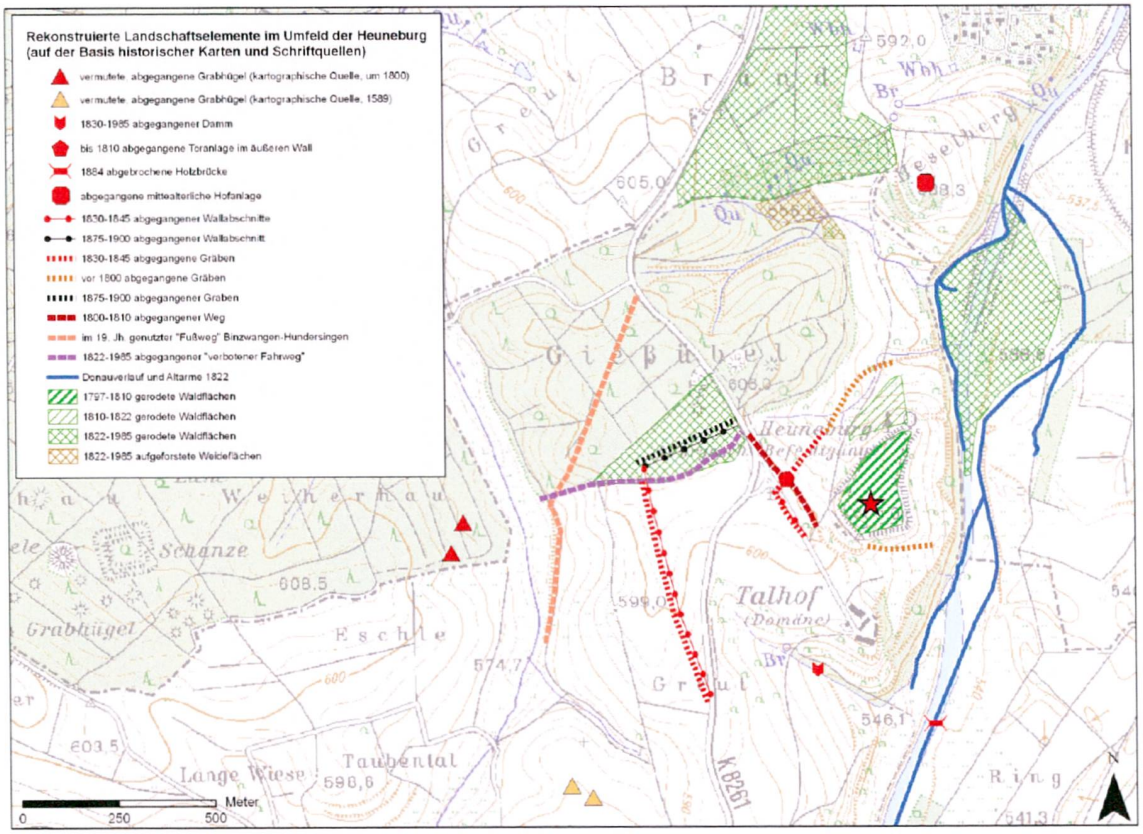

Abb. 3: Übersicht über die rekonstruierten Landschaftselemente im unmittelbaren Umfeld der Heuneburg.

mente, die anhand schriftlicher Quellen rekonstruiert oder datiert werden konnten. So existiert beispielsweise eine Beschreibung der Wall-Graben-Anlagen vor ihrer Einebnung, die auch Form und Ausmaße der Wälle und Gräben beinhaltet.

Abbildung 3 zeigt alle Landschaftselemente, die bislang auf der Basis von kartographischen oder schriftlichen Quellen im Umfeld der Heuneburg rekonstruiert werden konnten. Dazu zählen z. B. ehemalige Donauverläufe, Graben- und Wallabschnitte, Altwege, vermutete Grabhügelgruppen und ehemalige Waldflächen.

Im Übergangsbereich zur regionalen Untersuchungsebene wurde die räumliche Verteilung der vorgeschichtlichen Grabhügel westlich der Heuneburg vor dem Hintergrund der Entwicklung der Waldflächen seit dem Ende des 18. Jahrhunderts untersucht, die der Flurkarte des Königreichs Württemberg entnommen wurden. Dabei wurde deutlich, dass sich praktisch alle heute bekannten Grabhügel im Untersuchungszeitraum zumindest seit dem frühen 19. Jahrhundert in Waldflächen befanden, was ihre Erhaltung sicherlich maßgeblich beeinflusst hat (**Abb. 4** links). Man kann also annehmen, dass ehemals noch wesentlich mehr Grabhügel in diesem Bereich vorhanden waren, die auch andernorts durch landwirtschaftliche Tätigkeit nach und nach zerstört wurden. Der Verdacht, dass die Grabhügel auf für die Landwirtschaft weniger geeignetem Boden errichtet wurden, konnte nicht bestätigt werden (**Abb. 4** rechts).

Glauberg

Der Glauberg, der sich etwa 30 Kilometer nordöstlich von Frankfurt am Main am Ostrand der Wetterau befindet, stellt den letzten südwestlichen Basaltausläufer des Vogelsbergs dar. Er erhebt sich rund 150 Meter über Flussauen von Nidder und Seemenbach. Seine Bedeutung in der frühen Eisenzeit konnte bis heute nicht hinreichend geklärt werden.[8]

8 Zum neuesten Stand der archäologischen Forschungen und Interpretationen siehe Hansen 2008, Hansen/Pare 2008, Lang 2009 und Pare 2008.

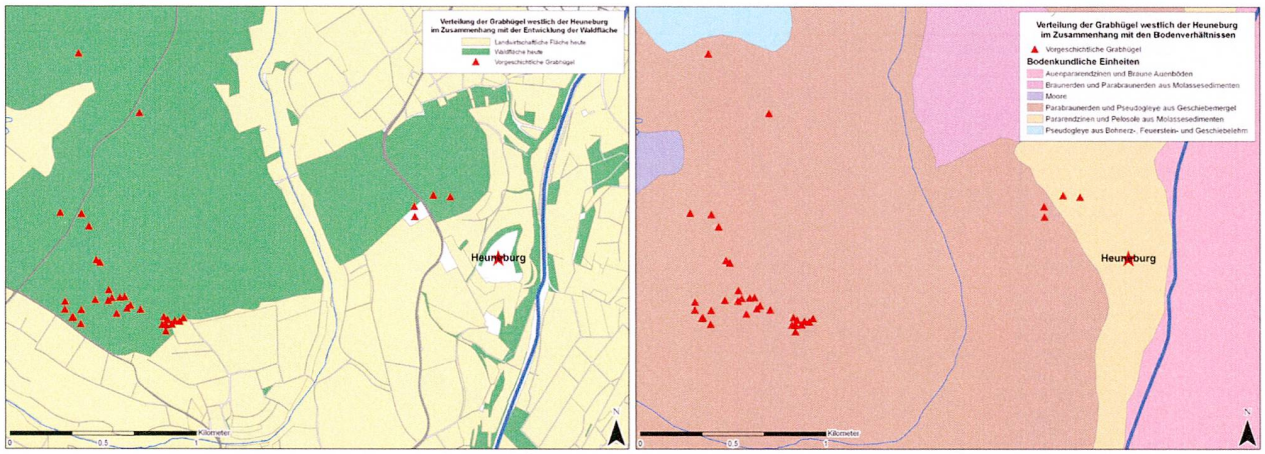

Abb. 4: Links: Verteilung der vorgeschichtlichen Grabhügel westlich der Heuneburg in Bezug zur Entwicklung der Waldflächen. — Rechts: Verteilung der vorgeschichtlichen Grabhügel westlich der Heuneburg vor dem Hintergrund der bodenkundlichen Einheiten.

Auch hier erbrachten Archivrecherchen und die anschließenden GIS-gestützten Analysen neue Erkenntnisse. So enthält eine bislang von der archäologischen Forschung nicht beachtete Karte aus dem Jahr 1730, die im Zusammenhang mit Grenzstreitigkeiten entstand, die erste bildliche Darstellung des keltischen Großgrabhügels am Südosthang des Glaubergs, der mittels Luftaufnahmen zu Beginn der 1990er Jahre lokalisiert werden konnte. Der Grabhügel war zum Zeitpunkt der Kartenherstellung im 18. Jahrhundert anscheinend noch gut sichtbar und wird in der Legende der Karte als «Mehlberg» bezeichnet.[9] Außerdem ist in unmittelbarer Nähe dazu ein Wegabschnitt eingezeichnet, der als «Bethweg» bezeichnet wird (siehe **Abb. 5** links oben). Dabei muss es sich um einen Abschnitt des «Bettenweges», eines Fernhandelsweges, handeln, der mindestens seit der Frühgeschichte existierte, aber bislang einige Kilometer entfernt vermutet wurde. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass der Glauberg unmittelbar an das Fernhandelsnetz angeschlossen war und dass die frühkeltische Nekropole an seinem Fuß möglicherweise auf den Fernweg ausgerichtet war, wie es bei vielen vorgeschichtlichen Grabhügeln der Fall ist.

Eine Überlagerung der historischen Karte, die im GIS grob georeferenziert werden konnte, mit einem hoch aufgelösten Geländemodell, das auf Laserscanning-Daten beruht, ließ den Verdacht aufkommen, dass Teile des Fernweges auch heute noch im Waldbereich des Enzheimer Köpfchens südlich des Glaubergs sichtbar sein könnten (**Abb. 5** links unten). Diese Vermutung wurde durch eine Geländebegehung bestätigt. Im Wald konnte die Strecke, die heute teilweise als forstwirtschaftlicher Weg und teilweise ungenutzt, aber als Hohlweg noch gut erkennbar, ins Niddertal führt, durchgehend verfolgt und dokumentiert werden (siehe **Abb. 5** rechts oben). Auch ein Abgleich mit dem Wegenetz der topographischen Karte 1:25000 (aufgenommen in den Jahren 1905 bis 1919) bestätigt diese Vermutung, da einige dort eingetragene Feldwege, die später der Flurbereinigung zum Opfer fielen, eine Verlängerung der erwähnten West-Ost verlaufenden Altwegtrasse erkennen lassen (siehe violette Signatur in **Abb. 5** rechts unten).

Eine wichtige Rolle bei den Zentralisierungsprozessen, die zur Genese der «Fürstensitze» führten, spielten sehr wahrscheinlich Bodenschätze wie Eisen oder Salz. So weisen auch in der Umgebung des Glaubergs zahlreiche Flurnamen auf den Abbau des hier anstehenden Brauneisensteines hin, der im Tagebau (Pingen) abgebaut werden kann. Wie weit dieser zurückreicht, ist bislang nicht bekannt. Noch Ende des 19. Jahrhunderts wurden zahlreiche Konzessionen zum Abbau von Eisenerz vergeben, in denen das entsprechende Abbaugebiet auch kartographisch festgehalten wurde (siehe **Abb. 6** links). **Abbildung 6** (rechts) zeigt diese Flächen (schraffiert) in Verbindung mit den Flurnamen, die auf Eisenerzabbau oder -verarbeitung hinweisen und teilweise aus der Karte des Großherzogtums Hessen

9 Diese Bezeichnung findet sich bereits in schriftlichen Quellen des 16. und 17. Jahrhunderts.

Abb. 5: Oben links: Ausschnitt aus historischer Karte von 1730. — Oben rechts: Hohlweg am Westhang des Enzheimer Köpfchens zum Niddertal hin (Aufnahme März 2009).— Unten links: LiDAR-Scan mit Verlauf des «Bethweges». — Unten: LiDAR-Scan mit Verlauf des «Bethweges» und digitalisiertem Wegenetz aus der topographischen Karte 1:25000 (1905–1919).

1:50000 (aufgenommen 1823) und teilweise aus der topographischen Karte 1:25000 (aufgenommen 1905–1919) entnommen wurden, vor dem Hintergrund der Verteilung des Brauneisensteins. Das räumliche Muster, das sich hierbei ergibt, weist darauf hin, dass der Abbau von Eisenerz, neben der Nähe des landwirtschaftlichen Gunstraumes der Wetterau, auch in der Späthallstattzeit ein nicht unbedeutender Standortfaktor für den «Fürstensitz» auf dem Glauberg gewesen sein könnte.

Den endgültigen Beweis, dass hier vorgeschichtlicher Eisenabbau und -verarbeitung betrieben wurden, muss durch montanarchäologische Untersuchungen erbracht werden. Potenziell vorgeschichtliche, bislang undatierte Abbauspuren sind z.B. in der Flur «Eisenkaute» nordöstlich des Glaubergs vorhanden. Schlackefunde, die aus einem Weiher auf dem Glaubergplateau vorliegen, sind bislang ebenso wenig datiert.

Fazit und Ausblick

Die ersten Ergebnisse der vorgestellten Studie zeigen, dass das Potenzial, das historische Karten durch ihre Fülle an Informationen für archäologische Fragestellungen enthalten, noch nicht ausgeschöpft ist. Durch den Einsatz moderner Datenverarbeitung in Form von Geoinformationssystemen können diese Informationen extrahiert und mit weiteren Geodaten analysiert werden. Hierbei kann die historisch-geographische Forschung die Vorteile ihrer stark interdisziplinär ausgerichteten Arbeitsweise ideal nutzen. Die systematische Auswertung großmaßstäblicher historischer Karten für archäologische Fragestellungen steht jedoch erst am Anfang. Es ist zu erwarten, dass in Zukunft verstärkt zum Einsatz kommende Verfahren wie die Mustererkennung eine flächendeckende Vektorisierung und Auswertung ermöglichen werden. Dies setzt jedoch eine systematische, hochwertige Digitalisierung

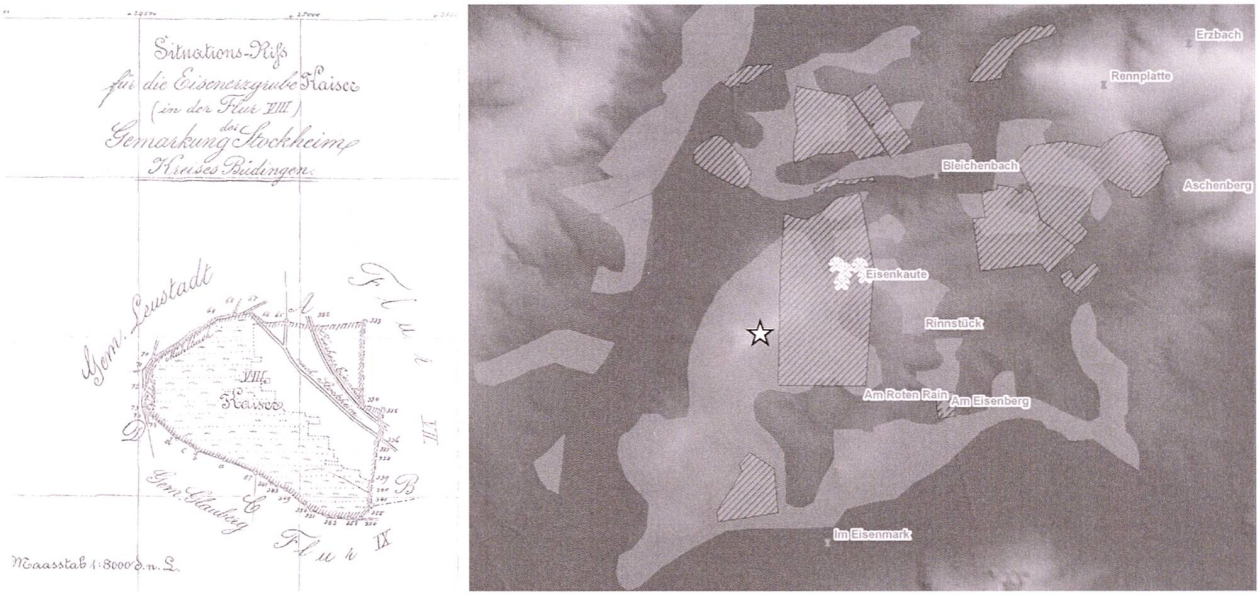

Abb. 6: links: Plan über eine Eisenerzgrube nördlich des Glaubergs aus dem Jahr 1886. — Rechts: Hinweise auf ehemaligen Eisenerzabbau in der Umgebung des Glaubergs.

des Quellenmaterials voraus. Sobald Daten aus historischen Karten flächendeckend digital vorliegen, sind auch großräumige Analysen denkbar, beispielsweise bezüglich der Verteilung bekannter archäologischer Fundplätze vor dem Hintergrund der diachronen Entwicklung von Wald- oder Ackerflächen. Neue Erkenntnisse, die das Bild der Siedlungs- und Landschaftsgeschichte vervollständigen können, sind auch durch die integrative GIS-Analyse der Informationen, die aus historischen Karten gewonnen werden können, mit hoch aufgelösten digitalen Geländemodellen und digitalen Orthofotos möglich.

Die Zukunft der Nutzung historischer Karten, vor allem der ersten Kartenwerke der Landesvermessung, liegt in deren digitaler Bereitstellung in den im Aufbau befindlichen Geodateninfrastrukturen (GDI), so dass die Informationen gerade auch für die Archäologische Denkmalpflege und Forschung unmittelbar digital für GIS-gestützte Analysen bereitstehen und nicht erst durch langwierige Recherche und Bearbeitungen erschlossen werden müssen.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Eigener Entwurf.

Abb. 2: oben links: © Landesarchiv Baden-Württemberg; oben rechts: Eigene Aufnahme 2006; untern links: © Landesarchiv Baden-Württemberg; unten rechts: © Landesarchiv Baden-Württemberg, Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landesentwicklung Baden-Württemberg.

Abb. 3: Eigener Entwurf (Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landesentwicklung Baden-Württemberg).

Abb. 4: links: Eigener Entwurf (Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landesentwicklung Baden-Württemberg); rechts: Eigener Entwurf (Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landesentwicklung Baden-Württemberg, GÜK 300 © Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg).

Abb. 5: oben links: © Hessisches Staatsarchiv Marburg; oben rechts: Eigene Aufnahme 2006; unten links: Eigener Entwurf (LiDAR-Scan © Römisch-Germanische Kommission DFG-Projekt «Fürstensitze & Umland»); unten rechts: Eigener Entwurf (LiDAR-Scan © Römisch-Germanische Kommission DFG-Projekt «Fürstensitze & Umland»).

Abb. 6: links: © Hessisches Staatsarchiv Darmstadt; rechts: Eigener Entwurf (Geobasisdaten © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie).

Literatur

Beineke 2001 Beineke, D.: Verfahren zur Genauigkeitsanalyse für Altkarten. Heft 71 der Schriftenreihe des Studienganges Geodäsie und Geoinformation der Universität der Bundeswehr München. München: Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen, Studiengang Geodäsie und Geoinformation, München 2001.

Bender 2007 Bender, O.: Analyse der Kulturlandschaftsentwicklung der Nördlichen Fränkischen Alb anhand eines katasterbasierten Geoinformationssystems. Forschungen zur Deutschen Landeskunde Bd. 255, Leipzig 2007.

Biel/Krausse 2005 Biel, J. / Krausse, D.: Frühkeltische Fürstensitze. Älteste Städte und Herrschsftszentren nördlich der Alpen? Internationaler Workshop zur keltischen Archäologie in Eberdingen-Hochdorf, 12. und 13. September 2003. Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg Heft 51, Esslingen 2005.

Bofinger u. a. 2006 Bofinger, J. / Kurz, S. / Schmidt, S.: Ancient Maps — modern data sets: different investigative techniques in the landscape of the Early Iron Age princely hill fort Heuneburg, Baden- Württemberg, in: Campana, S. / Forte, M. (eds.): From Space to Place. 2nd International Conference on Remote Sensing in Archaeology (Proceedings 2nd Intenat. Workshop Rome, Italy 2006). BAR Internat. Ser. 1568, 87–92.

Bund 1998 Bund, B.: Der Wandel der Kulturlandschaft Nordschwarzwald seit der 2. Hälfte des 19. Jhds.: Eine historische Raum-Zeit-Analyse mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS). Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg. Heft 204, Freiburg 1998.

Burggraaff/Kleefeld 1998 Burggraaff, P. / Kleefeld, K.-D.: Historische Kulturlandschaft und Kulturlandschaftselemente. Angewandte Landschaftsokölogie Heft 20, Bonn-Bad Godesberg 1998.

Dix/Kleefeld 2005 Dix, A. / Kleefeld, K.-D.: Historisch-geographische Kulturlandschaftsforschung im DFG-Projekt RheinLUCIFS. Kulturlandschaft — Zeitschrift für Angewandte Historische Geographie 14/2004. Zugleich: Fundberichte aus Hessen Beiheft 4/2005, 319–330.

Domaas 2005 Domaas, S.T.: Structural analyses of features in cultural landscapes based on historical cadastral maps and GIS. Acta Universitatis agriculturae Sueciae. http://diss-epsilon.slu.se/archive/00000900/ (14.07.09).

Dross 2006 Dross, K.: Zum Einsatz von Geoinformationssystemen in Geschichte und Archäologie. Historical Social Resarch, Vol. 31, No. 3, 279–287.

Egli u. a. 2005 Egli,H.-R. / Flury, P. / Frey, T. / Schiedt,H.-U.: GIS-Dufour — Verkehrs- und Raumanalyse auf historischer Grundlage. Geomatik Schweiz 5, 246–249.

Fichtinger 2005 Fichtinger, A.: Historische Flurkarten als Landschaftsarchiv. GIS-gestützte raum-zeitliche Analysen in der Kulturlandschaftsforschung. Diplomarbeit an der TU München, Fachgebiet Geoinformationssysteme, München 2005.

Gersbach 1989 Gersbach, E.: Ausgrabungsmethodik und Stratigraphie der Heuneburg. Heuneburgstudien VI = Römisch-Germanische Forschungen 45, Mainz 1989.

Gregory 2003 Gregory, I. N.: A Place in History. A Guide to using GIS in Historical Research, Oxford 2003.

Gregory/Ell 2007 Gregory, I. N. / Ell, P.S.: Historical GIS. Technologies, Methodologies and Scholarship. Cambridge Studies in Historical Geography 39, Cambridge 2007.

Grosse 2003 Grosse, B.: Bedeutung digitaler Altkarten für GIS-Anwendungen in der Landschaftsforschung — Möglichkeiten und Probleme der digitalen Aufbereitung und Nutzung von Altkarten, Freiburg 2003.

Hansen/Pare 2008 Hansen, L. / Pare, C.: Der Glauberg in seinem mikro- und makroregionalen Kontext. In: Krausse, D. (ed.): Frühe Zentralisierungs- und Urbanisierungsprozesse — Zur Genese und Entwicklung frühkeltischer Fürstensitze und ihres territorialen Umlandes. Kolloquium des DFG-Schwerpunktprogramms 1171 in Blaubeuren, 9.–11. Oktober 2006. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg Bd. 101, 57–69.

Hansen 2008 Hansen, L.: Neue Grabungen und Forschungen am Glauberg. Der Glauberg in keltischer Zeit. Zum neuesten Stand der Forschung. Öffentliches Symposium 14.–16. September 2006 Darmstadt. Fundberichte Hessen Beih. 6, 21–34.

Jenny u. a. 2007 Jenny, B. / Weber, A. / Hurni, L.: Visualizing the Planimetric Accuracy of Historical Maps with MapAnalyst. In: Cartographica Helvetica, Jg. 42, Heft 1, 89–94. http://jenny.cartography.ch/pdf/2007_Jenny_etal_MapAnalyst.pdf (14.07.09).

Kain/Baigent 1993 Kain, R. / Baigent, E.: The Cadastral Map in the Service of the State. A History of Property Mapping, Chicago 1993.

Kalke u. a. 2002 Kalke, R. / Kenneweg, H. / Seyfert, E.: Zur Erfassung langjähriger Landschaftsveränderungen aus historischen und aktuellen Luftbildern und Karten. Photogrammetrie — Fernerkundung — Geoinformation Jg. 2002, Heft 3, 181–192.

Kimmig 1969 Kimmig, W.: Zum Problem späthallstättischer Adelssitze. Siedlung, Burg und Stadt. Studien zu ihren Anfängen. In: Festschrift Paul Grimm. Deutsche Akademie der Wissenschaften Berlin Schr. Sekt. Vor- u. Frühgeschichte 25, 1969, 95–113.

Krausse 2008 Krausse, D.: Das DFG-Schwerpunktprogramm «Frühkeltische Fürstensitze» — Fragestellungen, Methoden, erste Ergebnisse. In: Krausse, D. (ed.): Frühe Zentralisierungs- und Urbanisierungsprozesse — Zur Genese und Entwicklung frühkeltischer Fürstensitze und ihres territorialen Umlandes. Kolloquium des DFG-Schwerpunktprogramms 1171 in Blaubeuren, 9.–11. Oktober 2006. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg Bd. 101, 1–8.

Krausse 2009 Krausse, D.: Im Fokus der Forschung — Frühe Kelten, ein Schwerpunktprogramm der DFG. In: Staatsanzeiger Verlag (ed.) (2009): Die Kelten — Auf den Spuren der Keltenfürsten. Frühkeltische Denkmäler in Südwestdeutschland, 32–36.

Kurz 2007 Kurz, S.: Untersuchungen zur Entstehung der Heuneburg in der späten Hallstattzeit. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 105, Stuttgart 2007.

Kurz 2008 Kurz, G.: Ein Stadttor und Siedlungen bei der Heuneburg (Gemeinde Herbertingen-Hundersingen, Kreis Sigmaringen). Zu den Grabungen in der Vorburg von 2000 bis 2006. In: Krausse, D. (ed.): Frühe Zentralisierungs- und Urbanisierungsprozesse — Zur Genese und Entwicklung frühkeltischer Fürstensitze und ihres territorialen Umlandes. Kolloquium des DFG-Schwerpunktprogramms 1171 in Blaubeuren, 9.–11. Oktober 2006. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg Bd. 101, 185–208.

Lang 2009 Lang, F.: Olympia des Nordens! Funde am Glauberg und eine spektakuläre Interpretation, in: Staatsanzeiger Verlag (ed.): Die Kelten — Auf den Spuren der Keltenfürsten. Frühkeltische Denkmäler in Südwestdeutschland, 2009, 51–53.

Madry 2006 Madry, S.: The Integration of Historical Cartographic Data within the GIS Environment, in: Archer, S. N. / Bartoy, K. M. (eds.): Between Dirt and Discussion: Methods, Materials, and Interpretation in Historical Archaeology, New York 2006, 33–60.

Pare 2008 Pare, C.: Der Glauberg in seinem makroregionalen Kontext, in: Krausse, D. (ed.): Frühe Zentralisierungs- und Urba-

nisierungsprozesse — Zur Genese und Entwicklung frühkeltischer Fürstensitze und ihres territorialen Umlandes. Kolloquium des DFG-Schwerpunktprogramms 1171 in Blaubeuren, 9.–11. Oktober 2006. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg Bd. 101, 70–96.

Plöger 2003 Plöger, R.: Inventarisation der Kulturlandschaft mit Hilfe von Geographischen Informationssystemen (GIS). Methodische Untersuchungen für historisch-geographische Forschungsaufgaben und für ein Kulturlandschaftskataster. Bonner Dissertationen & Habilitationen online. http://hss.ulb.uni-bonn.de/diss_online/phil_fak/2003/ploeger_rolf/ploeger-abstract-dt.htm (14.07.09).

Neuer 2003 Neuer, B.: Sedimentierte Geschichte(n): historische Spurensicherung und Kulturlandschaftsentwicklung im Mittleren Schwarzwald. Berichte aus der Geowissenschaft, Aachen 2003.

Schenk 2005 Schenk, W.: Historische Geographie, in: Schenk, W. / Schliephake, K. (eds.): Allgemeine Anthropogeographie, Gotha 2005, 220–230.

Schuhmacher 2006 Schuhmacher, K.: Landschaftswandel im Kaiserstuhl seit 1770: Analyse und Bilanzierung. Culterra — Schriftenreihe des Instituts für Landespflege der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg Bd. 47, Freiburg 2006.

Schuppert/Dix 2009 Schuppert, C. / Dix, A.: Reconstructing Former Features of the Cultural Landscape near Early Celtic Princely Seats in Southern Germany: A GIS-based Application of Large-scale Historical Maps and Archival Sources as a Contribution to Archaeological Research. *Social Science Computer Review* Volume 27, No.3, Special Issue: History and GIS (im Druck).

Walz/Berger 2003 Walz, U. / Berger, A.: Georeferenzierung und Mosaikherstellung historischer Kartenwerke — Grundlage für digitale Zeitreihen zur Landschaftsanalyse. In: Photogrammetrie — Fernerkundung — Geoinformation Jg. 2003, Heft 3, 213–219.

Witschas 2006 Witschas, S.: Exploration historischer Karten — leicht gemacht? In: 9. Dresdner Sommerschule für Kartographie und 13. Kartographiehistorisches Colloquium, 20.09.–23.09.2006. Institut f. Kartographie der TU, Dresden 2006. http://www2.ioer.de/recherche/pdf/2006_witschas_khc_exploration_hist_karten.pdf (14.07.09).