

AXEL POSLUSCHNY

Anwendungsbeispiele eines einfachen GIS in der Archäologie

Einleitung

„Graphische Informationssysteme sind Computersysteme, die Datenbanken mit graphisch-interaktiven Komponenten integrieren zum Zweck der Erfassung, Visualisierung, Bearbeitung und Analyse der Daten.“

(Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD [Hrsg.], Leistungen und Ergebnisse. Jahresbericht 1997 [Darmstadt o. Jahr] 72)

Nachdem die Kombination komplexer Daten mit geographischen Informationen nicht nur im Marketingbereich sondern auch in der Forschung vermehrt eingesetzt wird, gewinnt das Werkzeug Geographisches Informationssystem (GIS) auch in der Archäologie immer mehr an Bedeutung.¹ Neben der einfachen und schnellen Erstellung verschiedenster (Verbreitungs-)Karten ist es möglich, umfangreiche Datenbestände archäologischen Ursprungs z. B. mit geographischen, klimatischen oder topographischen Informationen zu verknüpfen und somit zahlreiche Auswertungsarbeiten zu vereinfachen oder überhaupt erst zu ermöglichen.

Nicht zuletzt können komplizierte Sachverhalte durch die graphische Umsetzung der Daten anschaulich visualisiert und somit nicht nur der eigene Erkenntnisweg vereinfacht werden; die statistischen Fähigkeiten der meisten GIS-Programme unterstützen auch die Modellbildung zu komplexen Fragestellungen.²

Im Folgenden sollen anhand einiger Fallbeispiele bei der Erforschung hallstattzeitlicher Siedlungsstellen im Maindreieck sowie bei der Auswertung mittelalterlicher Burganlagen im Oberen Lahntal einfache Einsatzmöglichkeiten eines GIS in der Archäologie aufgezeigt werden. Dabei muss betont werden, dass die vorgestellten GIS-Anwendungen nicht als „Methode“, sondern als Werkzeug verstanden werden sollen; viele der hier gezeigten Möglichkeiten sind auch ohne GIS durchführbar, jedoch erlaubt gerade die Verbindung (geo)graphischer und anderer Daten eine vereinfachte oder erweiterte, vor allem aber eine anschaulichere Auswertung und Darstellung archäologischer Informationen.³

Technische Grundlagen

Bei den hier gezeigten Beispielen kam das GIS-Programm MapInfo⁴ zum Einsatz, neben der eigentlichen GIS Software werden ferner ein Datenbankprogramm sowie ein Grafik- und eventuell ein Bildbearbeitungsprogramm⁵ benötigt.

Wichtig für einen unkomplizierten und effektiven Einsatz eines computergesteuerten GIS sind neben der verwendeten Hard- und Software natürlich die Ausgangsdaten. Als Datengrundlagen können u. a. Dateien in den weit verbreiteten Formaten ArcInfo oder

DXF Verwendung finden; eingescannte Pläne und Karten können ebenso genutzt werden wie eigene Vermessungsdaten oder Datenbankinhalte mit spezifischen Informationen, z. B. Befundtiefen, Datierungen oder Lageparameter verschiedener Fundstellen. Auf einer Grundkarte oder einem Plan werden zunächst die Datenbankinformationen mit Objekten (Fundstellen oder Befunde) über deren Koordinaten oder eindeutige Objektidentifizierung verknüpft und können dann nach zahlreichen Kriterien kartiert und analysiert werden (Abb. 1). Eingescannte Abbildungen sind programmintern relativ problemlos vektorisierbar und damit bearbeitbar und auswertbar zu machen.⁶

Beispiel Planauswertungen

Am Beispiel der Ausgrabungen des hallstattzeitlichen „Wirtschaftshofes“ von Wolkshausen/Rittershausen, Lkr. Würzburg (L. WAMSER 1986, 91–105)⁷ sollen hier kurz einfache Möglichkeiten zur Planauswertung aufgezeigt werden.

Nach der Vektorisierung des eingescannten Gesamtplans (Abb. 2)⁸ erfolgte eine Verknüpfung der einzelnen Befunde über eine eindeutige Befundnummer mit der dazugehörigen Befunddatenbank.

Die unterschiedlichen Befunddichten, vor allem das offensichtliche Fehlen von Pfostengruben im Westen und Nordwesten der Siedlung, sollten auf ihre Ursache hin untersucht werden. Denkbar ist eine Bebauungslücke zur Zeit der vorgeschichtlichen Besiedlung oder ein erosionsbedingter Abtrag der Befunde an den schwach geneigten Hängen des besiedelten Sporns, wie dies auch die Höhenlinien nahelegen könnten. Letzterer Umstand müßte sich durch sehr viel flacher erhaltene Pfostengruben zwischen den befundfreien und den befundführenden Bereichen nachweisen lassen.

Es wurden daher alle Pfostentiefen mittels MapInfo als unterschiedlich große Punkte kartiert (Abb. 3). Ihre unregelmäßige Verteilung zeigt deutlich, dass die Erosion im (flachen) Hangbereich nicht sehr stark gewesen sein kann und kaum zum völligen Verlust ganzer Pfostengruben im Norden und Nordwesten geführt haben wird. Es ist daher anzunehmen, dass sich in diesen Arealen auch während der Hallstattzeit keine (eingetieften) Bauten befunden haben. Ob diese Bereiche nun völlig unbebaut waren oder nur schwach oder gar nicht eingetieft Befunde aufwiesen, ist nicht zu klären.

Ein weiterer Punkt der Auswertung wird in Zukunft die Kartierung genauer zu datierender Funde sein, die Aufschluss darüber geben soll, ob der durch den äußeren Graben umwehrte Bereich gleichzeitig mit dem inneren, durch eine Palisade abgetrennten Areal besiedelt gewesen ist oder ob letzterer als Vorgängersiedlung oder erste Bauphase zu sehen ist. Eine erste unvollständige Durchsicht des überwiegend keramischen Fundmaterials ließ neben eindeutig HaC-zeitlichen Funden auch solche der Übergangszeit zwischen der späten Urnenfelder- und frühen Hallstattzeit und eventuell solchen der Stufe Ha D1 erkennen (Abb. 4).⁹ Weiter können über die Kartierung verschiedener Fundtypen gegebenenfalls Rückschlüsse auf unterschiedlich genutzte Bereiche der Siedlung gewonnen werden. Während sich z. B. ursprünglich keine Hinweise auf Metallverarbeitung in der Siedlung fanden (L. WAMSER 1986, 94), konnten

beim Waschen der Scherben aus dem „Grubenhaus“ 2/84 nun auch Reste von Hammerschlag geborgen werden, die als Nachweis für das Schmiedehandwerk die Eisenbearbeitung belegen. Die Schlackenreste aus einem weiteren Befund befinden sich z. Zt. in Bearbeitung und können daher noch nicht genauer angesprochen werden.

Beispiel Auswertungsvisualisierung

Anhand der mittelalterlichen Burgen im Oberen Lahntal (N. BUTHMANN/A. POSLUSCHNY 1998; N. BUTHMANN/N. GOBLER/A. POSLUSCHNY/H. VALAND/B. ZICKGRAF 1998) kann eine einfache Fundstellenauswertung anschaulich den Forschungsstand in dieser Kleinregion demonstrieren und gleichzeitig einen Überblick über die vorhandenen Burgen liefern (Abb. 5). Dazu wurden auf einer einfachen Grundkarte (Flussverlauf der Lahn, Straße Marburg-Biedenkopf, eine Höhenstufe sowie die Stadtgebiete von Marburg und Biedenkopf) die Lage der Burgstellen eingetragen und mit einer Datenbank verbunden, die neben den Namen der Fundstellen noch Informationen über den Untersuchungsstand und (hier nicht dargestellt) über die Datierung der Anlagen enthielt. Die Umsetzung der Informationen in Kreisdiagramme wurde vom GIS-Programm durchgeführt.¹⁰ Das Überwiegen weißer Teilbereiche in den Diagrammen veranschaulicht sehr deutlich die noch fehlenden Untersuchungen oder positiv ausgedrückt, die noch auszuschöpfenden Möglichkeiten bei der Untersuchungen dieses Kleinraumes.

MapInfo ermöglicht es auch, in anderen Programmen erstellte, auf eigenen tachymetrischen Vermessungen basierende Höhenschichtenpläne oder die Ergebnisse geophysikalischer Prospektionen einzelner Anlagen in das Kartierungsbild so einzufügen, dass diese erst beim „Hineinzoomen“ ab einem bestimmten Maßstab angezeigt werden. Je nach Wunsch kann so quasi von weniger detaillierten Übersichtskarten (wie Abb. 5) bis zur Darstellung einzelner Befunde jede Information in einem sog. Arbeitsbereich gespeichert werden und ist damit problemlos in jeder gewünschten Detailschärfe abrufbar.¹¹

Beispiel Fundstellenanalyse

Weitaus komplexer sind die hier vorgestellten Anwendungen bei der Analyse der hallstattzeitlichen Siedlungsstellen im Maindreieck (Abb. 6). Im Rahmen der Auswertung sollen hier die Beziehungen der Fundstellen u. a. zu Bodenarten, Bodengüten, Klimadaten und zur topographischen Lage geklärt werden.

In einem ersten Probelauf¹² wurden die Fundstellen der Urnenfelder- bis Frühlatènezeit auf einer Grundkarte (vereinfachtes Gewässernetz, kombiniert mit einer vektorisierten Karte der Lößvorkommen) dargestellt.¹³ Mit Hilfe der Abfrageoptionen der GIS-Software wurde dann das Vorkommen der Siedlungen der Urnenfelderzeit, der Hallstattzeit und der Frühlatènezeit auf Lößböden sowie auf Gebieten im 500 m-Umkreis um die Lößböden ausgewertet und in Beziehung zum Anteil der Lößböden am Gesamtarbeitsgebiet gesetzt (Tab. 1; Abb. 7).

Tab. 1 Anteil der Lößböden, ihres Umfeldes sowie der Siedlungen auf diesen Böden im Arbeitsgebiet

	UK-Siedl.	UK-Grab	Ha-Siedl.	Ha-Grab	FLt-Siedl.	FLt-Grab
auf Löß	17,6 %	17,0 %	13,8 %	15,2 %	13,4 %	5,0 %
0–500 m um Löß	22,7 %	14,9 %	19,3 %	15,2 %	19,5 %	15,0 %

Der Anteil der Lößböden im Arbeitsgebiet macht ca. 16 % aus¹⁴, der der Böden in einem Areal bis zu 500 m um Lößgebiete etwa 14 %. Während nun die Zahl der urnenfelderzeitlichen Siedlungen in beiden Bereichen über diesem Prozentsatz liegt (ca. 18 bzw. ca. 23 %), sind die hallstatt- und frühlatènezeitlichen Siedlungen nur zu ca. 14 bzw. zu ca. 13 % auf Löß, zu jeweils etwa 20 % aber in den Bereichen in bis zu 500 m Entfernung vom Löß zu lokalisieren. Es scheinen also, gemessen an der Gesamtverbreitung der Lößböden im Arbeitsgebiet, im untersuchten Zeitraum eher die Randlagen zu den fruchtbaren Lößgebieten aufgesucht worden zu sein. Die Datenbasis von derzeit 582 ausgewerteten Siedlungsfundstellen dieser Zeitstufen (213 UK, 289 Ha, 80 FLt) ist dabei groß genug, um diese These hinreichend zu belegen.

P. Endrich vermutete, dass mit einer Ausnahme alle ihm bekannten hallstattzeitlichen Siedlungen auf fruchtbarem Löß liegen (P. ENDRICH 1952, 51 f.; dagegen aber für Südbayern G. KOSSACK 1959, 87). Nicht zuletzt die seit den 50-er Jahren stark gestiegene Anzahl bekannter (hallstattzeitlicher) Siedlungen bedingt, dass dieses Bild in der postulierten Eindeutigkeit heute revidiert werden muss. Geht man zudem davon aus, dass die Auffindbarkeit von Lesefunden auf den heute intensiv landwirtschaftlich genutzten Lößböden besser ist als auf weniger genutzten Böden und dass außerdem die Anzahl mehr oder weniger systematisch arbeitender, ehrenamtlicher „Begänger“ relativ hoch ist und somit die Auffindungswahrscheinlichkeit neuer Fundstellen (und damit auch von hallstattzeitlichen Siedlungen) auf Lößböden im Verhältnis recht groß sein dürfte, so zeigt sich, dass hier ein auch chronologisch sehr viel differenzierter zu betrachtendes Bild der Besiedlung in ihrem geologischen Umfeld zu zeichnen ist.

Als für eine Siedlungsstelle wichtiges Umfeld kann in Anlehnung an die Ergebnisse von E. GRINGMUTH-DALLMER/M. ALTERMANN 1985 ein Radius von 750 m als aussagekräftig angenommen werden. Zukünftige Untersuchungen werden daher besonders diese Bereiche berücksichtigen.

Als ein weiterer Schritt bei der Analyse der Siedlungsplatzpräferenzen wurde die Beziehung der Fundstellen zu den Höhenschichten ausgewertet. Dabei wurden die im Arbeitsgebiet vorkommenden Höhen bis zu 500 m NN in vier Stufen (100–200, 200–300, 300–400 und 400–500 m NN) eingeteilt¹⁵ und über eine Kartierung der urnenfelder-, hallstatt- und frühlatènezeitlichen Siedlungs- und Grabfundstellen deren Verteilung auf den Höhenstufen ermittelt (Tab. 2; Abb. 8). Eine weitergehende Analyse, die die Lage der Fundstellen bezüglich der topographischen Grundformen (Terrassenstufen, Hangabschnitte usw.) auswertet, soll in einem späteren Arbeitsschritt nach der endgültigen Aufnahme aller relevanten Fundstellen folgen.

Betrachtet man die Relation der Siedlungsanteile an den Höhenstufen in Beziehung

Tab. 2 Anteil der Höhenstufen sowie der Siedlungen auf diesen Stufen im Arbeitsgebiet (in Klammern sind die Anteile in % angegeben)

Höhe	Flächen- anteil (%)	UK-Siedl.	UK-Grab	Ha-Siedl.	Ha-Grab	FLI-Siedl.	FLI-Grab
100–200	5,6	18 (8,5)	11 (22,0)	42 (14,5)	8 (8,8)	7 (8,8)	2 (10,0)
200–300	70,8	161 (75,6)	30 (60,0)	211 (73,0)	66 (72,5)	66 (82,5)	15 (75,0)
300–400	23,3	33 (15,5)	9 (18,0)	36 (12,5)	17 (18,7)	7 (8,8)	3 (15,0)
400–500	0,2	1 (0,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)

zum jeweiligen Flächenanteil (Abb. 8), so fallen vor allem die Fundstellen (Siedlungen und Gräber) auf der Höhenstufe von 100–200 m NN auf. Hier liegen die Werte immer über 1,0 (dem Wert, der bei einer annähernden Gleichverteilung der Fundstellen auf alle Stufen in Relation zu deren Vorkommen zu erwarten wäre). Insbesondere die urnenfelderzeitlichen Gräber sowie die hallstattzeitlichen Siedlungen zeigen eine deutliche Präferenz für diese Höhenstufe. Während fast alle Fundstellen auf der zweiten Höhenstufe (200–300 m NN) annähernd gleich häufig vorkommen (Mittelwert um ca. 1,0 bei geringer Standardabweichung), liegt hier der Wert für die urnenfelderzeitlichen Gräber mehr als die Standardabweichung unter dem Mittelwert, während der der frühlatènezeitlichen Siedlungen knapp über dem Mittelwert + 1 σ liegt.

Mag man die Beobachtungen bei den urnenfelderzeitlichen Gräbern und den frühlatènezeitlichen Siedlungen noch auf die geringe Anzahl dieser Fundstellen insgesamt zurückführen können (sog. Fehler der kleinen Zahl), so ist doch die „Vorliebe“ bei den hallstattzeitlichen Siedlungen für die erste Höhenstufe (100–200 m NN) sowie die „Abneigung“ gegenüber der dritten Höhenstufe (300–400 m NN) auffällig und scheint „echte“ Siedlungsplatzpräferenzen anzudeuten, die sich wiederum deutlich von den Präferenzen bei der Wahl der Bestattungsplätze absetzen.

Möglichkeiten und Einschränkungen

Sind erst einmal die entsprechenden Grundlagen erfasst (Fundstellenkoordinaten, vektorisierte Bodenkarten usw.), lassen sich umfangreiche Analysen in recht kurzer Zeit effektiv und vor allem anschaulich durchführen. Bei der weiteren Auswertung der hallstattzeitlichen Fundstellen kann deren Anzahl in einem bestimmten Raster mit der Begehungshäufigkeit, der Bodennutzung und Bebauung in Beziehung gesetzt werden, um so wirkungsvolle Filter bei der Auswertung von Präferenzen in der Siedlungsplatzwahl herausarbeiten zu können. Im Idealfall kann so u. a. ein chronologisch differenziertes Idealschema der Besiedlungswahrscheinlichkeit (abhängig von verschiedenen Faktoren wie Exposition, Bodenart, Gewässernähe usw.) erstellt werden, welches in der Praxis auf seine Stichhaltigkeit durch gezielte Begehungen überprüft werden kann.

In diese Richtung zielt auch die am Sächsischen Landesamt für Archäologie mit Museum für Vorgeschichte Dresden derzeit entwickelte sog. Verdachtsflächenanalyse, die es im Rahmen einer GIS-gestützten Multifaktorenanalyse ermöglichen soll, eine „ef-

fektive und qualifizierte Bewertung des zu erwartenden archäologischen Inventars von künftigen großflächigen Baugebieten“ zu erstellen.¹⁶ Die hier verwendeten Kriterien (u.a. Hangneigung, Bodenart usw.) werden einzeln bewertet, die einzelnen Wertigkeiten werden zusammengefasst und ergeben so eine sog. Gesamthöflichkeit, die eine statistische Wahrscheinlichkeit zum Vorhandensein einer archäologischen Fundstelle in einem bestimmten Gebiet darstellt.

Nach einer Einbeziehung entsprechender Filter (Begehungsintensität, Bodennutzung u. a.) kann diese Vorgehensweise auch durchaus dazu dienen, Modelle für die Besiedlung verschiedener Landschaften in bestimmten Epochen zu erarbeiten, wobei hier die Überprüfbarkeit der Gebiete mit hoher Höflichkeit, aber bislang geringem Fundaufkommen durch systematische Begehungen Ansätze zur Verifizierung des Modelles gibt.

Besondere Vorteile bietet die Anwendung eines GIS durch die Möglichkeit, neben tatsächlich kartierten Faktoren wie Bodenarten, Gewässern usw. über die Bildung von sog. Pufferzonen auch Umfeldanalysen durchzuführen. Neben der oben gezeigten Auswertung von Gebieten, die sich im Umkreis von 500 m um Lößgebiete befinden, sind hier z.B. Analysen zur Gewässerbeziehung der Siedlungsstellen (Entfernung zum Gewässer, Entfernung zu schiffbaren Gewässern u. ä.) denkbar. Wichtig hierbei sind aber gute Kartengrundlagen sowie vor allem ein stringent durchgeführtes Datenaufnahmeschema, das z. B. im Fall der Gewässerbeziehung entweder alle Flüsse, Bäche, Quellen und Seen (mit Ausnahme künstlicher Stauseen, Kanäle u. ä.) berücksichtigt oder aber eine überall gleich begründete Auswahl (Gewässer ab einer bestimmten Wertigkeit) zu Grunde legt.¹⁷

Selbstverständlich ist auch ein GIS kein Werkzeug, um alle Fragen zu vorgeschichtlichen Siedlungsvorgängen letztendlich beantworten zu können. Die Ergebnisse sind z. T. auch ohne den Einsatz eines GIS-Programmes erzielbar; sie bilden außerdem „nur“ Grundlagen für die Entwicklung von Modellen, sind aber relativ einfach zu gewinnen und anschaulich zu visualisieren und vermögen daher einen solchen Modellbildungsprozess zu unterstützen. Diese Vorstellungen sind natürlich in erheblichem Maße abhängig von der Quantität und Qualität des verwendeten Datenmaterials. So sind z. B. die verwendeten Klimakarten selbst schon stark interpoliert; Temperaturisohypsen entstehen beispielsweise auf der Grundlage einer nur relativ begrenzten Anzahl von Wetterstationen. Ziel kann deshalb in solchen Fällen nicht die Aussage über eine einzelne Siedlungsstelle sein, sondern die Herausarbeitung von Tendenzen. Daher muss auch die Datenbasis, d.h. die Anzahl der auszuwertenden Fundstellen, ausreichend groß im Sinne einer statistisch repräsentativen Stichprobe sein.

Nur am Rande erwähnt seien hier noch einmal die verschiedenen Filter, die auf die Auffindung einer Fundstelle großen Einfluss haben (Bewuchs/Bewaldung, Bodennutzung, Begängertätigkeiten usw.).¹⁸

Auch muss man sich davor hüten, die in den modernen Klimakarten wiedergegebenen Werte auf prähistorische Epochen zu übertragen.¹⁹ Hier geht es keinesfalls um Aussagen zum antiken Kleinklima einer bestimmten Siedlungsstelle, sondern um die Herausbildung differenzierbare Abstufungen, die auf der durchaus wahrscheinlichen Hy-

pothese basieren, dass sich das Klima seit vorgeschichtlichen Zeiten zwar insgesamt geändert hat, die Unterschiede zwischen Mikroregionen aber annähernd ähnlich waren bzw. auch gleich geblieben sind; dass also heute klimatisch begünstigtere Regionen auch in der Vorgeschichte über bessere Klimawerte verfügten, die die Siedlungsplatzwahl beeinflusst haben können. Unbestritten und immer wieder in der Literatur wiedergegeben ist schließlich die Tatsache, dass die Entscheidung für einen bestimmten Siedlungsplatz in der Vorgeschichte ganz entscheidend von verschiedenen Umweltfaktoren, die direkt oder indirekt Einfluss auf das menschliche Leben haben, abhängig ist (z.B. G. KOSSACK 1959, 57; D. PAETZOLD 1992, 77). Bei der Aufgabe, diesen Faktoren nachzuspüren, kann ein GIS in der Archäologie wertvolle Dienste leisten.

Anmerkungen

- 1 Zu den Grundlagen eines Geographisches Informationssystem (GIS) vgl. z.B. S. LORRA 1996, 71–76 sowie vor allem B. BERGHOFF 1997. – Aus der Vielzahl der englischsprachigen Literatur z. B. P. MOSCATI 1998 sowie die Beiträge in A. BIETTI et al. 1996, 59–236. – In vielen europäischen Staaten sowie in Amerika werden spätestens seit dem Ende der 80er Jahre computergestützte GIS-basierte Auswertungen verstärkt auch in der Archäologie verwendet (vgl. u.a. G. LOCK/Z. STANČIĆ 1995), in Deutschland sind diese Möglichkeiten erst seit der Einführung von elektronischen Fundstelleninventaren an verschiedenen Denkmalämtern großflächig bequem nutzbar. – Für Deutschland vgl. z. B. T. SAILE 1998 mit grundlegender weiterer Literatur.
- 2 M. BAMPION 1997, 9–26 bes. 11, nennt „Mapmaking and data visualization“, „data base managment“ und „analysis“ als die drei Einsatzgebiete eines GIS in der Archäologie. – Als ein relativ aktuelles Anwendungsbeispiel in der deutschsprachigen Literatur sei hier nur A. ZIMMERMANN 1996 genannt. Hier wird z. B. die Abnahme des Kernanteiles und der Artefakte mit Rinde in bandkeramischen Inventaren mittels Isolinienkartierungen in Beziehung zur Entfernung von den Silexabbaugebieten gesetzt (A. ZIMMERMANN 1996, 78 Abb. 25).
- 3 Vgl. auch D. J. WRIGHT et al. 1997. – Für zahlreiche Anregungen und Diskussionen zum Thema danke ich Herrn K. Rassmann (RGK, Frankfurt/M.).
- 4 MapInfo liegt in der Version 4.0 für Macintosh vor und wird für diese Plattform nicht weiter entwickelt; für Windows-Betriebssysteme liegt die Version 5.0 vor. Da das programmeigene Handbuch hauptsächlich für Anwendungen im Marketing-Bereich ausgelegt ist, empfiehlt sich zusätzlich die Verwendung von auf die Archäologie abgestimmter Literatur, z.B. I. JOHNSON 1996a oder das am Rheinischen Amt für Bodendenkmalpflege entwickelte Handbuch von I. HERZOG 1997. – Die Unterscheidung von I. JOHNSON 1996a, 2 zwischen „desktop mapping“- und GIS-Software ist für die hier vorgestellten Anwendungen eher redundant. Vgl. auch I. JOHNSON 1996b, 85–92.
- 5 Leider gibt es z. T. noch Probleme, die relativ komplexen, mit MapInfo erzeugten Karten und Pläne für die Weiterverarbeitung in Grafikprogrammen (empfohlen wird z.B. Adobe Illustrator) oder zur Abgabe als druckfertige Datei abzuspeichern (vgl. A. VOORRIPS 1998, 261). Abhilfe kann hier das bei der Firma Avenza erhältliche PlugIn MaPublisher (für Adobe Illustrator oder Macromedia Freehand) als Schnittstelle zu/von MapInfo bieten. Zur Ausgabe druckfertiger Postscript-Dateien eignet sich auch ein PostScript-Druckertreiber, über den die Grafiken in eine problemlos weiterzuverarbeitende EPS-Datei „gedruckt“, d. h. gespeichert werden.
- 6 Eingescannte Abbildungen liegen im Computer als sog. Pixelbilder vor, d.h. jedes Bild ist in Zeilen und Spalten eingeteilt, jeder so entstehende Punkt wird mit Farb-Informationen verknüpft. Um diese Abbildungen in MapInfo auswertbar zu machen, d. h., um Flächeninformationen mit der Karte zu verknüpfen, muß eine solche Karte vektorisiert werden. Jede Farbfläche (bei Schwarz/Weiß-Bildern jede Musterfläche) wird dabei in eine Fläche umgesetzt, die durch mathematische Informationen definiert wird. Ein Rechteck z.B. wird über seine Eckpunkte und über Werte für seine Ausdehnung sowie für seine Farb- oder Musterfüllung bestimmt. Diese Angaben kann der Computer dann mit weiteren Informationen zu weiteren Objekten in diesem (geo)graphisch bestimmten Bereich verknüpfen.

- 7 Eine vollständige Auswertung erfolgt im Rahmen meiner Dissertation über die hallstattzeitliche Besiedlung im Bereich des Maindreiecks an der Universität Marburg.
- 8 Der in der Erstpublikation des Gesamtplanes (vgl. L. WAMSER 1986, Abb. 3) vom Ausgräber angenommene Wall wurde nicht übernommen, da er sich auf Grundlage der Grabungsdokumentation nicht nachweisen ließ. Die Überlegungen Wamsers (ebd. 94), die sterile Schicht über der fundreichen unteren Grabenverfüllung sei als Rest des nach dem Auflassen der Siedlung und damit auch nach dem Eintrag des Fundmaterials abgeflossenen Walles zu deuten, ergibt nur bei der Annahme einer sehr nahe an der Umfriedung gelegenen Außenbesiedlung oder beim Nachweis einer Zweiphasigkeit der Befestigung einen Sinn; beides konnte (noch) nicht nachgewiesen werden. Dennoch stellt sich hier wie auch bei vergleichbaren Anlagen überhaupt die Frage nach dem Verbleib des anfallenden Grabenaushubes. Vgl. dazu auch S. KAS/M. SCHUBMANN 1998, 99.
- 9 Vgl. auch die Fundübersicht bei L. WAMSER 1986, Abb. 5.
- 10 Die Summe aller möglichen Untersuchungsmethoden wurde hier als 100% angenommen, die einzelnen Methoden darin gleichgewichtet verteilt.
- 11 Ein Höhenschichtenplan der beiden Burgen auf dem Hohenfels mit Eintragung der noch im Gelände erkennbaren anthropogenen Strukturen ist zur Zeit in Arbeit und soll zusammen mit den Ergebnissen der Forschungen des Burgvereins Hohenfels publiziert werden. Die Arbeiten, d. h. vor allem die geophysikalischen Untersuchungen und Begehungen der Burgstelle von Brungershausen sind noch nicht abgeschlossen; sie werden nach der endgültigen Auswertung ebenfalls publiziert werden.
- 12 Die Fundstellenaufnahme ist noch nicht vollständig abgeschlossen, insbesondere fehlen noch die Koordinaten verschiedener Fundplätze sowie z. T. die Zuordnungen der einzelnen Lagespezifika zu den jeweiligen Siedlungen, zudem wird zur Zeit noch an der Umsetzung von topographischen, Klima- und Bodenkarten in das MapInfo-Dateiformat gearbeitet.
- 13 Die Lagekoordinaten (Gauß-Krüger-Koordinaten) wurden aus der Fundstellendatenbank (Stand 1992) für den Regierungsbezirk Unterfranken übernommen. – Für die Überlassung der Informationen möchte ich Herrn St. Gerlach und Herrn M. Hoppe (beide Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege Würzburg) recht herzlich danken.
- 14 Quelle: GEOLOGISCHE KARTE VON BAYERN 1996.
- 15 In einem späteren Arbeitsschritt sollen auch diese Höhenstufen weiter differenziert werden. Sinnvoll erscheint dabei eine Einteilung in 50 m-Stufen.
- 16 Frdl. Mitteilung A. Zeeb, Landesamt für Archäologie mit Museum für Vorgeschichte Dresden. Vgl. auch A. ZEEB 1999. – Zur Anwendung des sog. predictive modellings vgl. u. a. J. DEEBEN et al. 1997 sowie M. WANSLEEBEN/L. B. M. VERHART 1998.
- 17 Einschränkend muss natürlich darauf hingewiesen werden, dass durch Fließgewässerverlagerung (natürlichen oder anthropogenen Ursprungs) oder durch, von veränderten Grundwasserständen verursachte Ab- bzw. Zunahmen von kleineren Gewässern das heutige Bild nicht mehr dem der prähistorischen Epochen entsprechen muss.
- 18 Vgl. dazu auch grundlegend W. SCHIER 1990, bes. 40–66.
- 19 Die aktuellste Ausgabe des KLIMAATLAS VON BAYERN 1996 basiert überwiegend auf den Wetterdaten der Jahre 1951 bis 1980.

Literatur

- BAMPTON, M.: Archaeology and GIS: the view from outside. – Arch. e Calcolatori 8 (1997), 9–26. Firenze.
- BERGHOFF, B.: Geo-Informationssysteme. Grundlagen und praktische Anwendung für den GIS-Nutzer. – Würzburger Geograph. Manuskripte 40 (1997). Würzburg.
- BIETTI, A. et al. (eds.): Theoretical and Methodological Problems. – XIII Internat. Congress Prehist. and Protohist. Scien. U.I.S.P.P. Forlì (Italia) 8.–14. Sept. 1996. Colloquium II, The Present state of G.I.S. applications and analogous systems in prehistoric archaeology (1996), 59–236. Forlì.
- BUTHMANN, N./POSLSCHNY, A.: Miteinander statt nebeneinander – Neue Wege bei der Erforschung und Inventarisierung mittelalterlicher Burgen. – Burgen und Schlösser (1998), 7680. Braubach.
- BUTHMANN, N./GOBLER, N./POSLSCHNY, A./VALAND, V./ZICKGRAF, B.: Moderne Prospektionsmethoden in

- der Burgenforschung – Archäologische Untersuchungen an der mittelalterlichen Burganlage von Lahntal-Brungershausen. – Burgen und Schlösser (1998), 80–87. Braubach.
- DEEBEN, J./HALLEWAS, D./KOLEN, J./WIEMER, R.: Beyond the crystal ball: predictive modelling as a tool in archaeological heritage management and occupation history. – In: W. WILLEM et al. (eds.), *Archaeological Heritage Management in the Netherlands. Fifty Years State Service for Archaeological Investigations*. 76–118, Amersfoort 1997.
- ENDRICH, P.: Vor- und Frühgeschichte der Stadt und des Landkreises Kitzingen am Main. – *Mainfränkische Heimat* 7 (1952). Würzburg.
- GEOLOGISCHE KARTE VON BAYERN 1 : 500000. – Hrsg. vom Bayerischen Geologischen Landesamt (1996). München.
- GRINGMUTH-DALLMER, E./ALTERMANN, M.: Zum Boden als Standortfaktor ur- und frühgeschichtlicher Siedlungen. – *Jahresschr. mitteldt. Vorgesch.* 68 (1985), 339–355. Halle/Saale.
- HERZOG, I.: Archäologische Karten mit MapInfo 4.1. – Bonn, 1997.
- JOHNSON, I.: *Understanding MapInfo: A Structured Guide*. – Sydney, 1996a.
- Desktop Mapping and raster GIS: best of both worlds? – In: A. BIETTI et al. 1996 b, 85–92.
- KAS, S./SCHUBMANN, M.: Einige Überlegungen zu den hallstattzeitlichen Herrenhöfen. – In: B. BERTHOLD (Hrsg.), *Zeitenblicke. Ehrengabe für Walter Janssen*. 93–123. – Rahden/Westf., 1998.
- KLIMAAATLAS VON BAYERN. – Hrsg. vom Bayerischen Klimaforschungsverbund (1996). München.
- KOSSACK, G.: Südbayern während der Hallstattzeit. – *Röm.-Germ. Forsch.* 24 (1959). Berlin.
- LOCK, G./STANČIČ, Z. (eds.): *Archaeology and Geographical Information System*. – London, 1995.
- LORRA, S.: Geophysikalische Prospektion und Modellierung archäologische Fundplätze in Schleswig-Holstein. – *Universitätsforsch. Prähist. Arch.* 36 (1996). Bonn.
- MOSCATI, P. (Hrsg.): *Methodological trends and future perspectives in the application of GIS in archaeology*. – Arch. e Calcolatori 9 (1998). Firenze.
- PAETZOLD, D.: Bemerkungen zum Siedlungsverhalten neolithischer bis latènezeitlicher Bevölkerungen zwischen Regensburg und Deggendorf. Gab es Besiedlungsschwerpunkte in Abhängigkeit von naturräumlicher Gliederung und Bodenbeschaffenheit? – *Bayer. Vorgeschbl.* 57 (1992), 77–102. München.
- SAILE, T.: Untersuchungen zur ur- und frühgeschichtlichen Besiedlung der nördlichen Wetterau. – *Mat. Vor- und Frühgesch. Hessen* 21 (1998). Wiesbaden.
- SCHIER, W.: Die vorgeschichtliche Besiedlung im südlichen Maindreieck. – *Materialh. Bayer. Vorgesch.* A 60 (1990). Kallmünz/Opf.
- VOORRIPS, A.: Electronic Information Systems in archaeology. Some notes and comments. – Arch. e Calcolatori 9 (1998) 251–267. Firenze.
- WAMSER, L.: Untersuchungen eines hallstattzeitlichen Wirtschaftshofes bei Wolkshausen/ Rittershausen, Ldkr. Würzburg. – In: *Aus Frankens Frühzeit* (Festgabe P. Endrich). Mainfränk. Stud. 37 (1986) 91–105. Würzburg.
- WANSLEEBEN, M./VERHART, L. B. M.: Graphical analysis of regional archaeological data. The use of site typology to explore the Dutch Neolithization process. – *Internet Arch.* 4 (1998) (http://intarch.ac.uk/journal/issue4/wansleeben_index.html).
- WRIGHT, D. J. u. a.: Demystifying the Persistent Ambiguity of GIS as „Tool“ versus „Science“. – *Ann. Assoc. American Geographers* 87 (1997), 346–362 (<http://dusk.geo.orst.edu/annals.html> [24. 2. 2000]).
- ZEEB, A.: Erste Schritte zu einem Flächenmanagement – Ein GIS in der sächsischen Archäologie. – In: *Workshop 3 „Computer und Archäologie“ 1998 – Der digitale Plan*. 85–102. Wien, 1999.
- ZIMMERMANN, A.: Austauschsysteme von Silexartefakten in der Bandkeramik Mitteleuropas. – *Universitätsforsch. Prähist. Arch.* 26 (1996). Bonn.
- Zeichnungen: Verf.

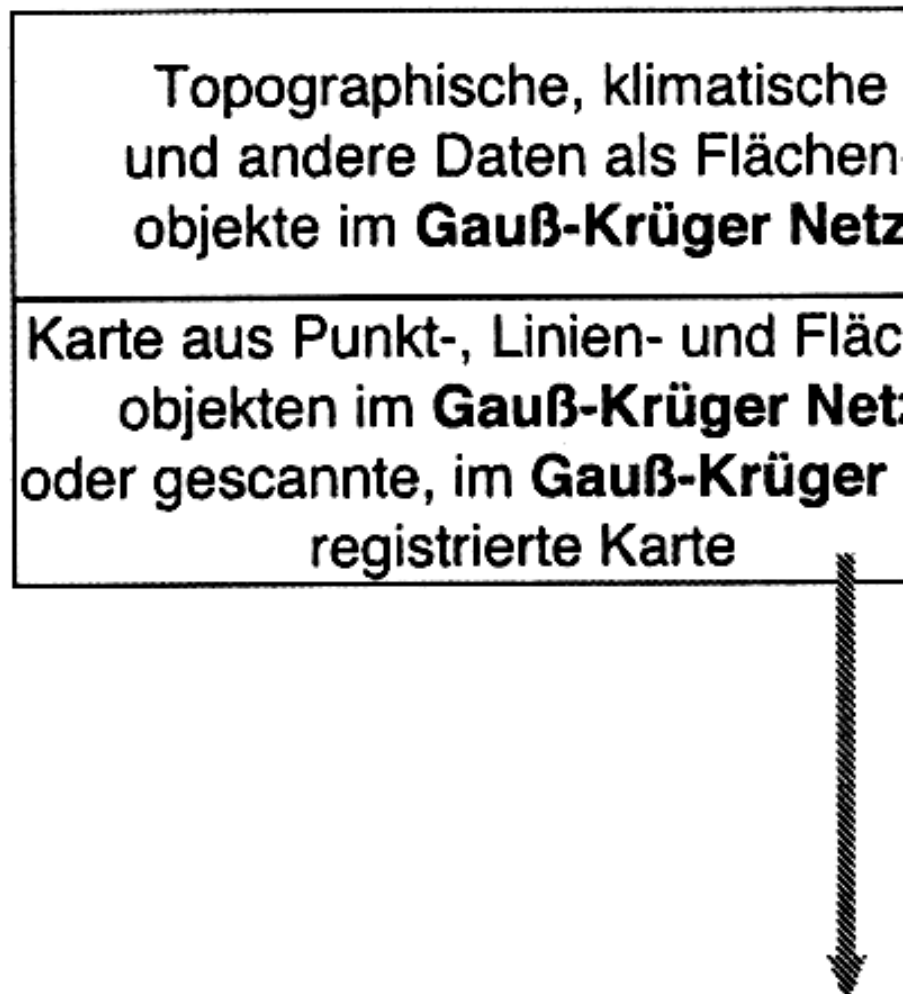


Abb. 1 Schematische Darstellung der Verknüpfung auswertbarer Daten in einem GIS-Programm



Abb. 2 Vorläufiger Gesamtplan der befestigten hallstattzeitlichen Siedlungen von Wolkshausen/Rittershausen (Unterfranken)



Abb. 3 Vorläufiger Gesamtplan der befestigten hallstattzeitlichen Siedlung von Wolkshausen/Rittershausen (Unterfranken) mit Eintragung der Pfostentiefe

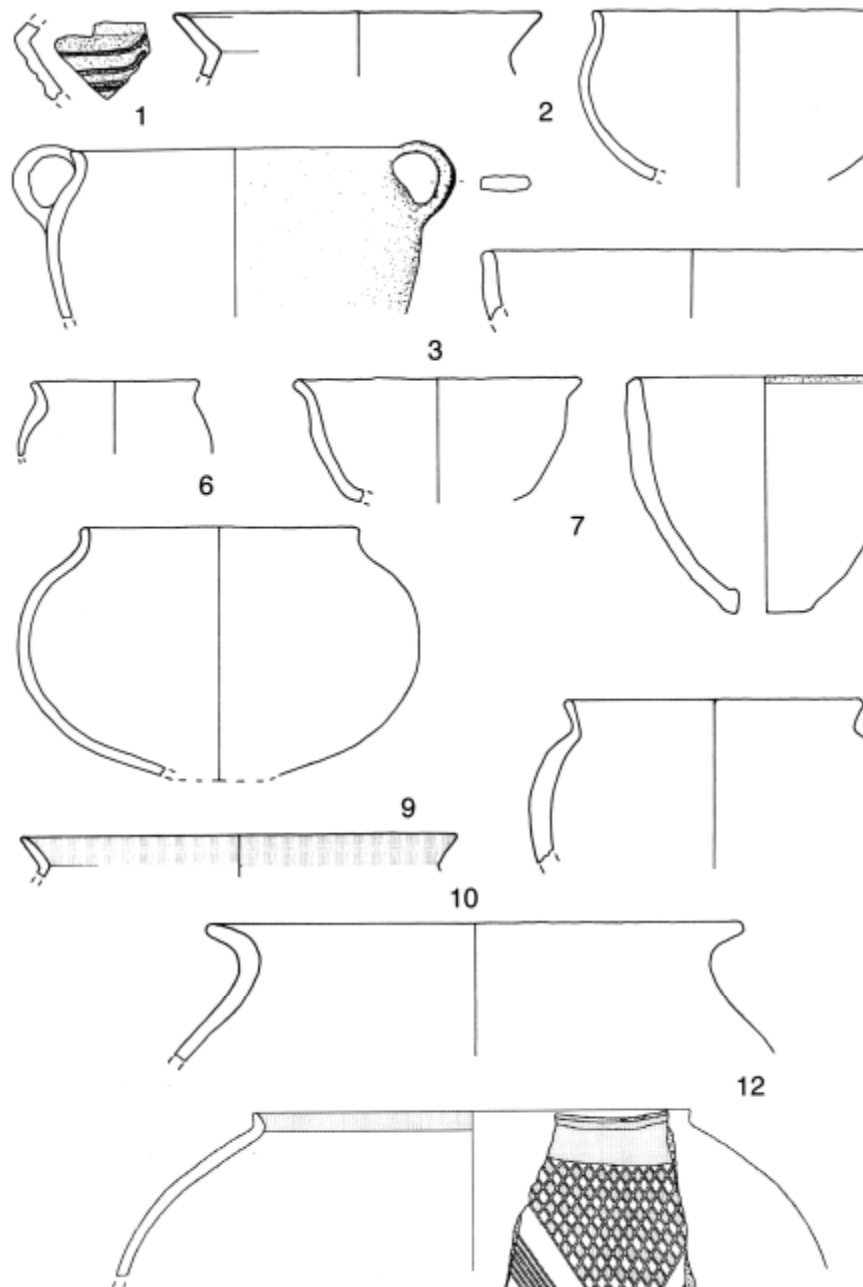


Abb. 4 Auswahl von Keramikfunden aus der befestigten hallstattzeitlichen Siedlung von Wolkshausen/Rittershausen (Unterfranken). 1 „Grubenhaus“ 2/84; 2-3 „Grubenhaus“ 2/85; 4-11 Umfassungsraben; 13 „Grubenhaus“ (?) 6/84. – M 1 : 3

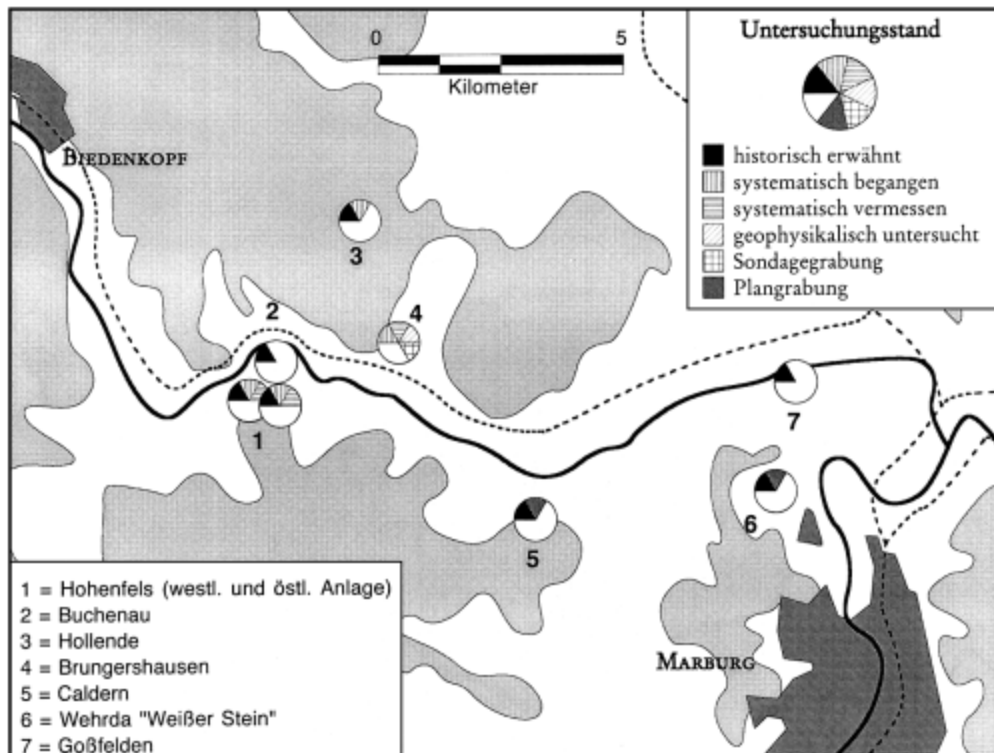


Abb. 5 Forschungsstand der mittelalterlichen Burgen im Lahntal zwischen Marburg und Biedenkopf

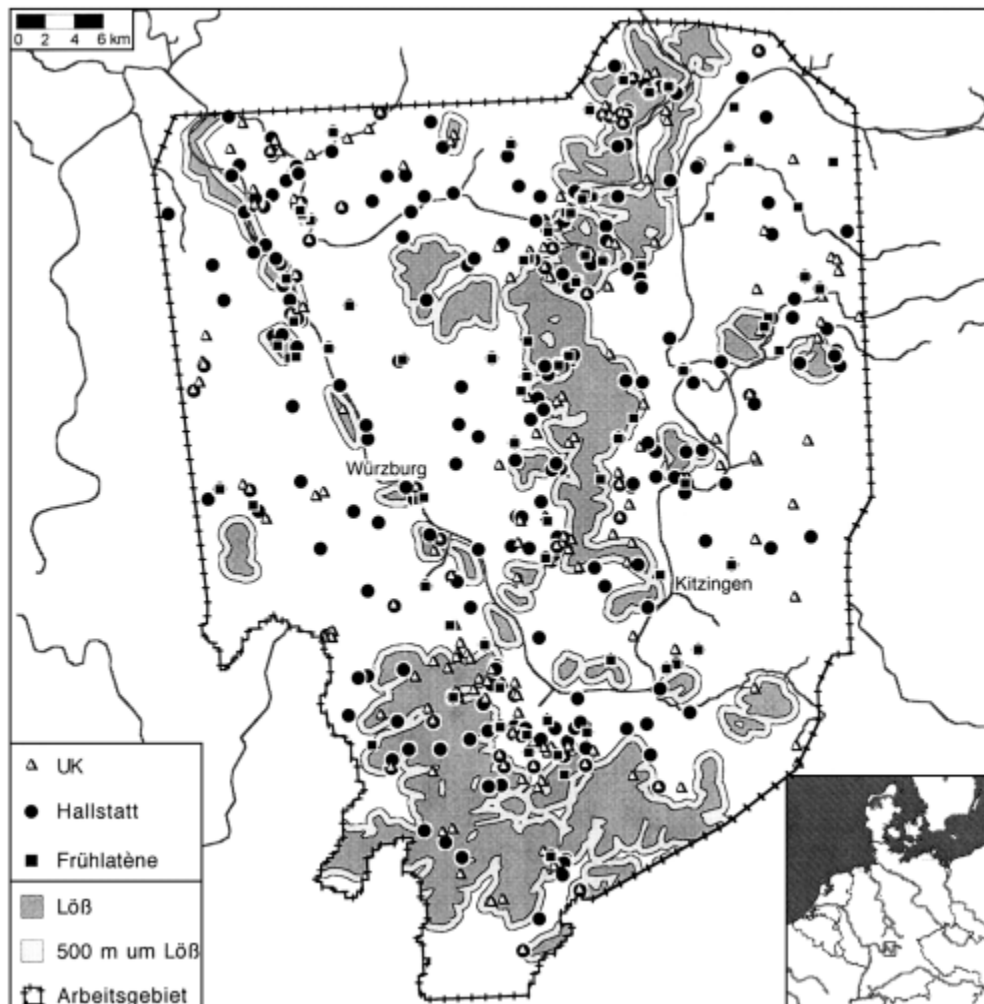


Abb. 6 Siedlungen der Urnenfelder-, Hallstatt- und Frühlatènezeit im Maindreieck und ihre Beziehungen zu den Lößböden. Kartiert wurden nur die Fundstellen und Lößgebiete innerhalb des Arbeitsgebietes.

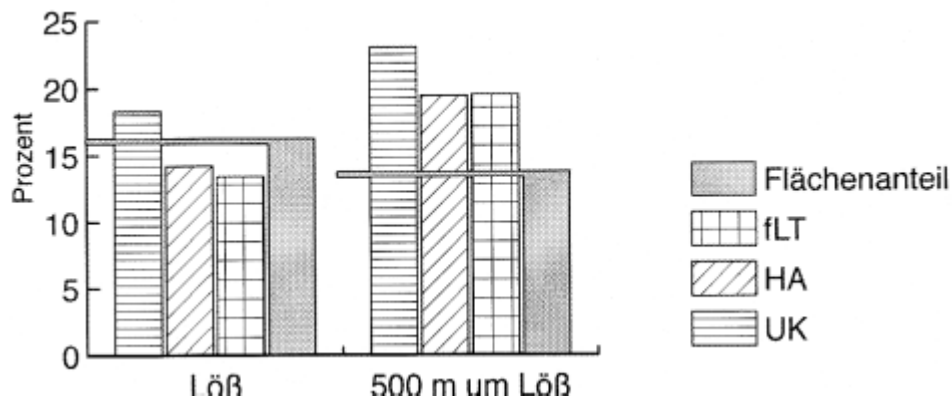


Abb. 7 Anteil der urnenfelder- bis frühlatènezeitlichen Siedlungen auf Lößböden und im Abstand bis zu 500 m um Löß

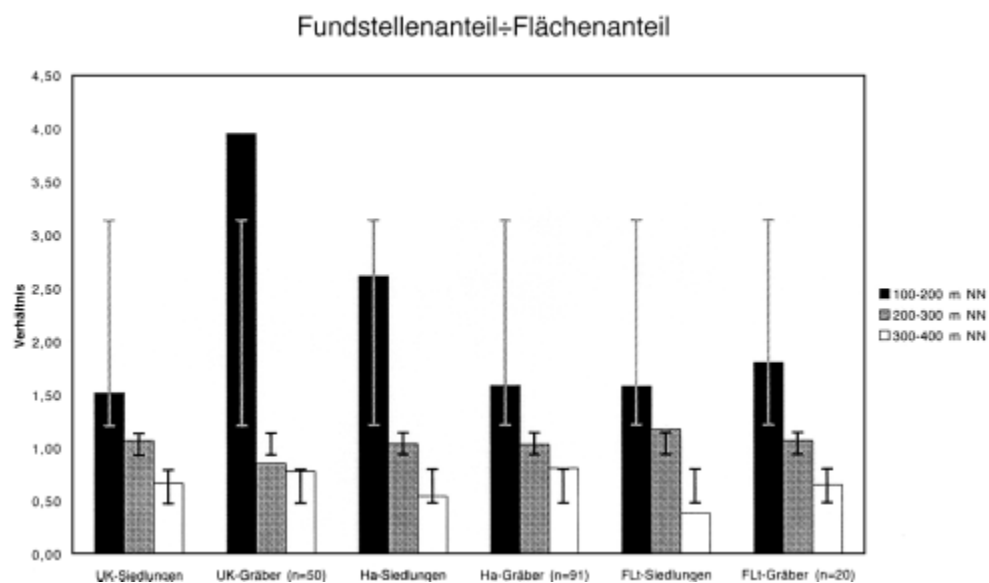


Abb. 8 Anteil der urnenfelder- bis frühlatènezeitlichen Fundstellen im Verhältnis zum Anteil der im Arbeitsgebiet vorhandenen Höhenstufen (Fundstellenanteil ÷ Flächenanteil). Zusätzlich angegeben ist die Spanne Mittelwert $\pm 1\sigma$.