

5. METHODEN DER UMFELDANALYSE (SITE CATCHMENT ANALYSIS BZW. SITE LOCATION ANALYSIS) IM GIS

5.1. EINFÜHRUNG

In den letzten Jahren ist die Site Catchment Analysis in Kritik geraten und nur noch selten innerhalb geoarchäologischer Studien angewandt worden. Ihr wurde ein „Ökodeterminismus“ unterstellt, der den freien menschlichen Willen bei der Standortwahl von neu angelegten Siedlungen nicht oder nur mangelnd berücksichtige. Andererseits kann jedoch auch nicht behauptet werden, dass prähistorische Siedler völlig unbeeinflusst vom geoökologischen Potenzial ihrer umgebenden Umwelt wirtschafteten und dahingehend die Siedlungsstandorte wählten. Je stärker eine prähistorische Kultur auf Ackerbau und Viehzucht als primärer Wirtschaftsform basierte, desto stärker war eine Abhängigkeit von geoökologischen Standortfaktoren der Besiedlungsregion gegeben. So verdeutlichen neue Studien mit der konsequenten erweiterten Anwendung der Site Catchment Analysis diese kausalen Zusammenhänge sehr eindrucksvoll.

Dabei ist es essenziell notwendig, die einem prähistorischen Befund wie einer Siedlung zugehörigen Wirtschaftsflächen im Umfeld möglichst genau zu identifizieren, um dort die aussagekräftigen geoökologischen Umfelddaten zu evaluieren. Hierbei können verschiedene Modelle zur Rekonstruktion prähistorischer Umfelder im GIS angewandt werden, die miteinander verglichen werden. Auf diese Weise ist es möglich, die Mensch-Umwelt-Interaktionen im Umfeld prähistorischer Siedlungen besser zu verstehen und mögliche Thesen basierend auf einer breiten Datenbasis zu verifizieren oder falsifizieren.

Dazu werden beispielhaft die Umfelder eisenzeitlicher bis frühmittelalterlicher Siedlungen am Flusslauf der unteren Oder analysiert, wobei die hohe Aussagekraft der Site Catchment Analysis deutlich wird. Durch die Erhebung und Auswertung einer großen Anzahl von Umfelddaten können statistisch signifikante Aussagen gemacht werden, die repräsentativen Charakter aufweisen.²⁸⁶ So wurde eine Methode entwickelt, innerhalb derer indirekte Signale des Paläoklimas identifiziert werden können. Im Vergleich mit Isotop- und dendrochronologischen Paläoklimauntersuchungen konnte das grundsätzliche Funktionieren der Methode bestätigt werden.

Grundlage der Studie sind digitale Kartenwerke mit den geoökologisch relevanten Informationen (z.B. Bodentyp, Grundwasser, Topographie, Vegetation etc.), die in einem GIS zusammen mit den archäologischen Fundstellendaten in einem Datenbanksystem ausgewertet wurden. Fokussiert wurden dabei die Hinweise auf mikroregionale Feuchtigkeits- und Wärmebedingungen der Standorte der Siedlungen. Es zeigte sich, dass die prähistorischen Siedlungen im zeitlichen Verlauf von der Eisenzeit bis zum Mittelalter unterschiedliche, aber für die jeweilige Zeitstellung spezifische Lagen mit typischen geoökologischen Potenzialen bevorzugten, die nur unter einem bestimmten Paläoklima, mit zunehmenden oder abnehmenden relativen Feuchtebedingungen, als Standort für agrarisch orientierte Siedlungen geeignet waren. Die agrarische Orientierung der Siedlungen konnte aufgrund der Analyse der archäologischen Befunde wie sogenannten Wohnstallhäuser oder Hakenpflugspuren für das Untersuchungsgebiet belegt werden.

²⁸⁶ Vgl. das Handbuch zum Einsatz der Open Source Software R von Baddeley/Rubak/Turner 2016 „Spatial point patterns: methodology and applications“.

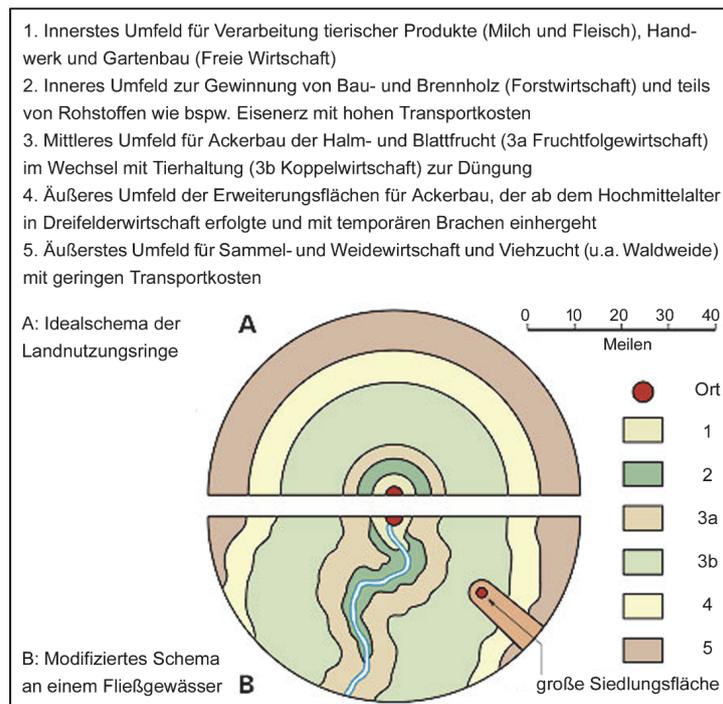


Abbildung 51: Idealisertes Thünen'sches Modell (Ernst Klett Verlag) im Vergleich zur topographischen Realität mit weit höherer Komplexität (unten): „Die Theorie der Landnutzung von Johann Heinrich von Thünen (1783–1850) ist den Standortstrukturmodellen zuzuordnen und kann als die erste Standorttheorie überhaupt angesehen werden. Von Thünen analysierte, wie Art und Intensität der landwirtschaftlichen Produktion in Abhängigkeit von den Transportkosten zum Absatzmarkt räumlich variieren. Er untersuchte somit, inwieweit ökonomische Gesetzmäßigkeiten zur Herausbildung bestimmter Bodennutzungsstrukturen führen. Kernelement der Theorie der Landnutzung ist die Lagerrente. Von Thünen geht davon aus, dass der erzielbare Gewinn auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche sowohl von der Bodenqualität als auch von der Entfernung zum Markt abhängig ist. Die Lagerrente bezeichnet den Mehrgewinn einer landwirtschaftlichen Fläche in unmittelbarer Nähe zum Markt im Vergleich zu einer weiter entfernten gleich großen Fläche. Die Lagerrente ist demnach der Nettoerlös pro Flächeneinheit, der aufgrund der wachsenden Transportkosten mit zunehmender Entfernung zum Markt sinkt“; Grafik und Zitat nach Henke 2004; Text der stark überarbeiteten Abb.: Verfasser.

5.2. ALLGEMEINE METHODIK DER UMFELDANALYSE

Die Umfeldanalyse (Site Catchment Analysis) ist keine ganz neue Methode zur systematischen Erfassung des Umfelds einer Siedlung. Grundlegende Überlegungen gehen bereits auf die ringförmigen Umfelduntersuchungen von landwirtschaftlichen Gütern im Thünen'schen Modell des 19. Jhs. zurück.²⁸⁷ Die Umfeldanalyse wurde in den 1960–70er Jahren von dem Geologen Claudio Vita-Finzi und dem Archäologen Eric Sidney Higgs methodisch grundlegend entwickelt²⁸⁸ und besonders im folgenden Jahrzehnt in zahlreichen Studien zu prähistorischen Mensch-Umweltbeziehungen angewandt.²⁸⁹ Mehr und mehr wurde jedoch von teils recht willkürlichen konzentrischen Umfeldern abgesehen, um Überlegungen der Erreichbarkeit geökologischer Ressourcen im Bezug zum gegebenen Relief besser zu berücksichtigen.²⁹⁰ Der verstärkte Einsatz von Computern und die damit einhergehende Entwicklung von leistungsstarken Geographischen Informationssystemen (GIS) in der Geographie sowie etwas zeitversetzt auch in der Archäologie beflügelte die Methoden-

²⁸⁷ Von Thünen 1826.

²⁸⁸ Vita-Finzi/Higgs 1970.

²⁸⁹ Jarman/Vita-Finzi/Higgs 1972; Roper 1979.

²⁹⁰ Vgl. Birkett 1985.

und Theorieentwicklung der „New Archaeology“ oder „Processual Archaeology“, die den klassischen kulturgeschichtlichen Forschungsansatz durchbrach und eine naturwissenschaftliche Beweisführung basierend auf großen Erhebungsmengen fokussierte und somit nicht die Analyse von fallbeispielhaften Einzelbefunden propagierte, wie es bis dahin üblich war.²⁹¹ Diese „Prozessuale Archäologie“ versuchte möglichst alle Faktoren der prähistorischen Mensch-Umwelt-Interaktion bei Ausgrabungen zu erfassen und zu dokumentieren, sodass diese dann im Anschluss vielschichtige Analyseverfahren durchlaufen können, die auf möglichst objektiven Daten basieren. So wurden jedoch sehr schnell die Grenzen dieser Methodik deutlich, da der rituelle Kontext von Befunden, die Erhaltungsbedingungen und die Subjektivität des jeweiligen Ausgräbers nur wenig berücksichtigt wurden. Dies hatte die Gegenbewegung der „Postprozessualen Archäologie“ zur Folge, innerhalb derer die hermeneutische Methode als Forschungsansatz wieder befürwortet wurde.²⁹² Die Prozessuale Archäologie wurde hinsichtlich ihres Positivismus, objektiv archäologische Forschungsdaten erheben zu können, kritisiert, da die Interpretation der Befunde meist schon bei der Dokumentation durch den Ausgräber geschieht: „Man sieht meist nur, was man schon kennt“, ist ein weitverbreiteter Ausspruch unter Archäologen in der praktischen Bodendenkmalpflege bei Grabungen. Des Weiteren ist es schwierig oder gar unmöglich, die Denkweisen und die Mentalität vergangener sozialer Gruppen der Prähistorie zu erfassen und zu dokumentieren und so in die Analyseverfahren und den daraus folgenden Interpretationen überhaupt mit einzubeziehen. Ebenso wurde der „Environmental Determinism“ der geoökologischen Standortfaktoren bspw. im Umfeld einer Siedlung durch die Betonung des „freien Willens“ der Individuen auch in prähistorischen Kulturen infrage gestellt. Schließlich seien verschiedene archäologische Kulturen grundsätzlich nicht miteinander vergleichbar, da sie per se nur in Ausschnitten bekannt sind. Von zentraler Bedeutung in der postprozessualen Archäologie wurde wieder mehr der Einzelbefund im Kontext des prähistorischen Individuums im spezifischen Wandel lokaler Entitäten und Handlungen. Diese Theorien stehen jedoch teils diametral quantitativ basierten Studien, wie landschaftsarchäologischen GIS-Analysen, entgegen.²⁹³ So sind in den letzten beiden Jahrzehnten nur noch wenige Forschungen entstanden, die in einem GIS die Site Catchment Analysis als Reihenuntersuchung systematisch an einer möglichst großen Erhebungsmenge als Stichprobe anwenden.

Erfreulicherweise wird in den letzten Jahren die Site Catchment Analysis wieder verstärkt eingesetzt und deren Methode weiterentwickelt, gelingt es doch trotz aller Theoriediskussionen innerhalb eines Paradigmenwechsels, mit ihr das Verhältnis des prähistorischen Menschen zur Umwelt prägnant zu erfassen.²⁹⁴ So musste grundlegend durchdacht werden, wie möglichst repräsentativ die ehemaligen Wirtschaftsflächen prähistorischer Siedlungen für die folgenden Untersuchungen überhaupt erfasst werden können, wobei einfache konzentrische Ringe nur ein einfaches Modell darstellen. Komplexere Modelle berücksichtigen in der Erreichbarkeit potenzieller Wirtschaftsflächen neben der Entfernung zu einer Siedlung auch das umliegende Relief in Least-Cost-Berechnungen,²⁹⁵ die von einem möglichst geringen physischen Aufwand ausgehen. Besonders für prähistorische, agrarisch orientierte Gesellschaften ist dies eine plausible Prämisse. Jedoch können aber auch von den Siedlungen recht weit entfernte Gebiete mit besonderem naturräumlichem Potenzial zielgerichtet aufgesucht werden, wie bspw. zahlreiche Eisenverhüttungsplätze fernab der zeitgleichen Siedlungen in der Niederlausitz der ersten fünf Jahrhunderte AD verdeutlichen.²⁹⁶ Im Folgenden werden nun die Grundzüge der Methode der Site Catchment Analysis erörtert, wobei im letzten Abschnitt die fallbeispielhafte Anwendung im Odergebiet das methodische Konzept verdeutlicht.

²⁹¹ Vgl. Gordon/Phillips 1958 und Eggert 1978.

²⁹² Trigger 1989/2006 und für den deutschsprachigen Raum: Bernbeck 1997 und Eggert/Veit 1998.

²⁹³ Vgl. Kluiving 2010 und grundlegend zu GIS: Bill 2010 und Burrough et al. 2015.

²⁹⁴ Vgl. Ducke/Kroefges 2007; Ullah 2011; Posluschny et al. 2012; Volkmann 2013.

²⁹⁵ Z.B. Herzog/Posluschny 2011.

²⁹⁶ Volkmann 2012.

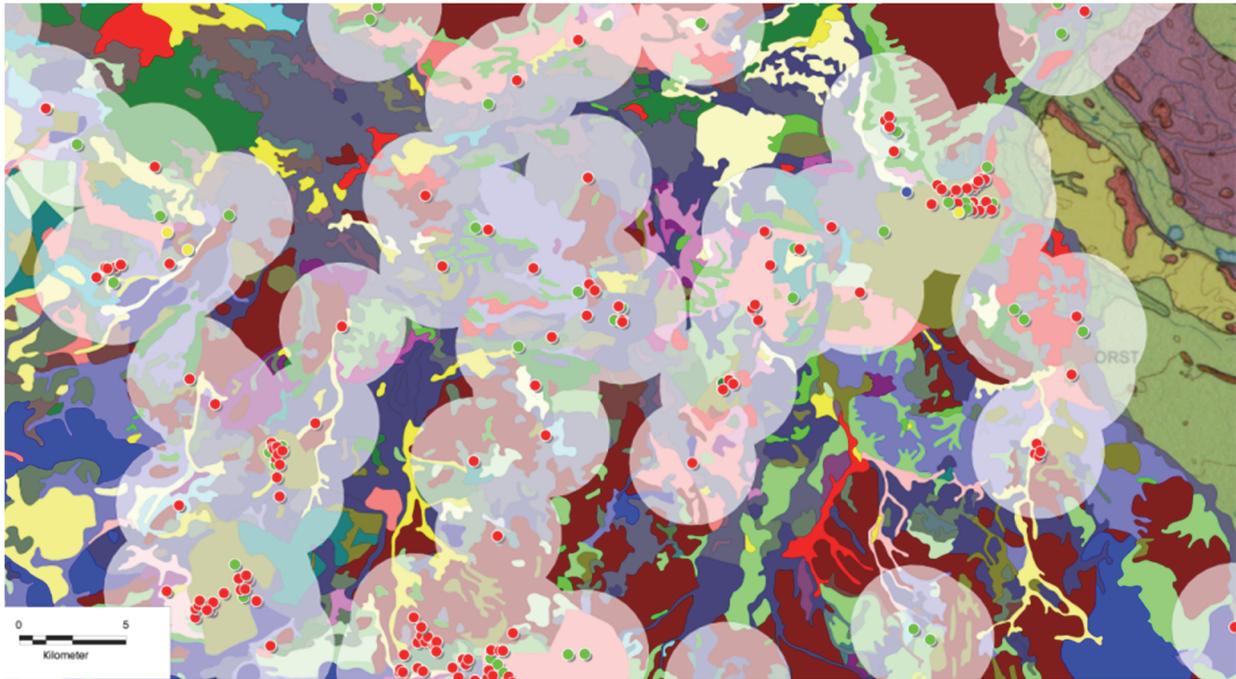


Abbildung 52: Bodenübersichtskarte Brandenburgs (BÜK 300) und im Nord-Osten der Karte die Geologisch-Geomorphologische Kartierung (GK 25) im GIS mit den Siedlungen von der frühen Eisenzeit Stufen I–III (schwarz), über die frühe römische Kaiserzeit Stufe A (grün) und Stufe B (gelb), die späte römische Kaiserzeit Stufe C (rot), die frühe Migrationszeit Stufe D (blau), die späte Migrationszeit Stufe E (türkis) bis hin zum Frühmittelalter (hellblau) an der Randow in der Uckermark, die ein westlicher Nebenfluss der unteren Oder ist; vgl. Kap. 9.1. zu den verwendeten Chronologieschemata im überregionalen Vergleich; Hintergrundkarte BÜK 300 nach Daten des Landesamts für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg. Untersucht wurden die Fundstellenmeldungen aus dem Archiv des Brandenburgischen Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologischen Museums in Wünsdorf und der Literatur (z.B. Leube 2009). Hell unterlegt sind die Umfelder der Fundstellen jeweils im 3-km-Radius, in dem die Daten erhoben und ausgewertet wurden. Östlich der Neiße liegt die BÜK 200 leider nicht vor. Dort ist als Hintergrund im unterlegten Layer des GIS die Geomorphologische Karte Brandenburgs (Ergenzinger/Hövermann/Janssen 1980) zu sehen; BÜK 300 und GK 25 Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg; Daten Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und eigene Datenerhebung nach Volkmann 2013; GIS: Verfasser.

5.3. ANWENDUNG DER UMFELDDANALYSE (SITE CATCHMENT ANALYSIS)

Die Geoarchäologie als Forschungsrichtung hat in den vergangenen Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Im Allgemeinen hat sie den Wandel der Naturlandschaft hin zur Kulturlandschaft zum Forschungsgegenstand. Im Speziellen finden diese Forschungen jedoch auf zwei Ebenen, der Makro- und Mikroebene statt: Bspw. analysieren mikromorphologische Bodenuntersuchungen den einzelnen Befund fallbeispielhaft im großmaßstäbigen Detail. Dahingegen fokussieren auf Geographische Informationssysteme basierende, quantitative Studien wie die Umfeldanalyse in der großmaßstäbigen Übersicht nicht primär den einzelnen Befund, sondern es werden innerhalb einer für statistische Analysen ausreichend großen Erhebungsmenge zahlreiche Befunde analysiert, um so mögliche Regelmäßigkeiten verifizieren zu können.

Das Wechselspiel zwischen natürlicher und anthropogener Landschaftsentwicklung im zeitlichen Verlauf ist dabei ein zentrales Forschungsfeld der Geoarchäologie. Hierbei wird der wechselseitige Einfluss von prähistorischen Befunden wie Siedlungen und Gräbern etc. auf die Landschaft einerseits und andererseits der Einfluss der Landschaft auf die Anlage der ehemaligen Siedlungen etc. untersucht. Da der anthropogene Einfluss meist nicht nur punktuell auf die unmittelbaren Befunde beschränkt ist, sondern bspw. die Anlage von Siedlungen mit den einzelnen Hausbefunden im Inneren und den Acker- und Weideflächen in der näheren Um-

gebung sowie den Arealen für Sammelwirtschaft und zum Holzeinschlag in der weiteren Umgebung bedeutende Auswirkungen auch auf die Landschaft hat, wurde die Methodik der Umfeldanalyse dahingehend entwickelt, dies dezidiert zu berücksichtigen. Das grundlegende Konzept der Umfeldanalyse beruht somit auf der Idee, dass die Lage einer Siedlung im topographischen Raum auf einer Kombination von verschiedenen Standorteigenschaften beruht, die in ihrer Summe einen potenziellen Siedlungsstandort attraktiv oder unattraktiv erscheinen lässt. Diese geoökologisch bedingten Standorteigenschaften sind besonders für agrarisch orientierte prähistorische Gesellschaften essenziell wichtig. Daneben können aber auch anthropogene Ursachen ausschlaggebend für die Standortwahl einer Siedlung sein. Diese Aspekte des „freien menschlichen Willens“, der politischen und sozioökonomischen Ordnung der prähistorischen Gesellschaften oder der kulturellen Handlungen können hierbei nur ansatzweise oder nicht berücksichtigt werden, was aber prinzipiell die Methode nicht infrage stellt. Innerhalb der Anwendung der Site Catchment Analysis müssen diese Aspekte mitberücksichtigt werden und somit im Rahmen der Resultate mitdiskutiert werden. Dabei geht es nicht um eine simple Komplexitätsreduktion einer Ursachenforschung nach den Hauptgründen der Standortwahl, wobei nur einerseits in anthropogen bedingt und andererseits geoökologisch bedingt unterschieden wird. Vielmehr ist das anthropogene Handeln als komplexe Interaktion mit dem geoökologischen Umfeld des Lebensraums zu verstehen. So kann die Site Catchment Analysis Erklärungsansätze liefern, um gerade diese Zusammenhänge von menschlichem Handeln und naturräumlichen Voraussetzungen in der Prähistorie besser zu verstehen.

Innerhalb der Site Catchment Analysis werden allgemein die um mindestens einen archäologischen Befund liegenden geoökologischen Daten in Bezug zu diesem ausgewertet. Handelt es sich um eine geringe Anzahl von Befunden, die untersucht werden, so können die umliegenden Geodaten auch im Rahmen einer Prospektion erhoben und ausgewertet werden. Werden innerhalb quantitativer Studien viele Hundert archäologische Befunde bzw. Fundplätze ausgewertet, so werden meist die Geodaten nicht direkt im Feld erhoben, sondern stattdessen oft aus entsprechenden Kartenwerken extrahiert und analysiert. Eine Kombination der eigenen Geodatenerhebung mit gleichzeitiger thematischer Kartenanalyse ist besonders notwendig, wenn entsprechende thematische Karten nicht vorliegen oder deren Qualität für die Analyse nicht ausreicht und daher eine Überprüfung in der Untersuchungsregion vor Ort notwendig erscheint, da bspw. die Einheiten in den Karten zu stark generalisiert sind. Die Site Catchment Analysis setzt hoch detaillierte Kartenwerke voraus, die für die beabsichtigte Untersuchungsregion vorliegen müssen. Im theoretischen Idealfall sollten diese mindestens einen Maßstab von 1:25.000 aufweisen und lückenlos für eine größere Untersuchungsregion vorliegen, weil für alle Siedlungen die jeweiligen typischen Standortdetails aus den Karten standardisiert erfasst werden müssen und zu grobe Generalisierungen in den Karten diese nicht wiedergeben können.²⁹⁷ Darüber hinaus muss neben der Prüfung der vorhandenen Geodaten bzw. deren Erhebung eine für jede Site-Catchment-Analysis-Studie spezifisch auf die individuelle Fragestellung angepasste Methodik aufgestellt werden, die das zu untersuchende Umfeld dementsprechend definiert. Im Rahmen der Site Catchment Analysis gibt es kein alleiniges Standardverfahren, da zum einen auf den Kontext der archäologischen Befunde eingegangen werden muss und zum andern die Eigenheiten des spezifischen Naturraums berücksichtigt werden müssen. Dabei müssen diejenigen Fundstellen klar identifiziert sein, wie bspw. Siedlungen oder spezifische Siedlungstypen, die für die Forschungsfrage relevante Erkenntnisse liefern können.

²⁹⁷ Vgl. Hunt 1992, 288.

5.4. KONZENTRISCHE UMFELDER

Das einfachste Konzept der Site Catchment Analysis stellt die Auswertung der Umfeld Geodaten in konzentrischen Ringen um die zu untersuchenden Befunde dar.²⁹⁸ Der Aktionsradius prähistorischer Siedler kann je nach archäologischer Kulturstufe und damit einhergehender Intensität und Bedeutung von Ackerbau und Viehzucht zwischen 2 und 10 Kilometer plausibel begründet sein: Archäologische Kulturen, deren primäre Erwerbsform im Ackerbau liegt, weisen oft eine höhere Ortskonstanz auf, wobei die Felder meist im unmittelbaren Umfeld der Siedlung lagen, sodass in diesem Fall meist Radien von 2,5 bis 5 Kilometer definiert werden. Beruht das wirtschaftliche Einkommen bspw. mehr auf Viehzucht, so ist eine höhere tägliche Mobilität vorauszusetzen und Aktionsradien von 5 bis 8 Kilometer sind hier als realistisch anzusehen. Hochmobile Gesellschaften, wie Jäger-und-Sammler-Kulturen, durchstreifen dahingegen weit größere Gebiete. In diesem Fall sind Aktionsradien von 8 bis 15 Kilometer anzusetzen. Je größer die Aktionsradien jedoch werden, desto schwieriger ist es, signifikante Daten zu gewinnen, da nun sehr viele Geodaten als mögliche potenzielle Wirtschaftsflächen erhoben werden, die aber nicht alle genutzt wurden. So ist es essenziell notwendig, möglichst genau die tatsächlich genutzten prähistorischen Wirtschaftsflächen zu identifizieren, da ausschließlich deren Daten relevant sind. Diese müssen möglichst genau erhoben werden, um in der Auswertung Fehlaussagen bzw. Ungenauigkeiten zu vermeiden.

5.5. ERREICHBARKEITSGEBIETE

Statt einfachen konzentrischen Ringen können im GIS auch Umfelder berechnet werden, die auf der Kalkulation von Erreichbarkeitsgebieten basieren. In den Erreichbarkeitsgebieten wird ein Umfeld um einen Befund berechnet, das unter Berücksichtigung des Reliefs in einer definierten Zeit vom prähistorischen Siedler erreicht werden kann. Diese Berechnungen setzen das Vorhandensein eines digitalen Geländemodells (als GeoTIFF oder Grid) voraus, um die Distanz um den Befund in Bezug zur Reliefamplitude der zurückzulegenden Höhendifferenzen im GIS zu kalkulieren. Diese Rechenverfahren werden auch als Least-Cost- oder Path-Distance-Analysen bezeichnet.²⁹⁹ So kann je nach Relief die Fußgeschwindigkeit zwischen 5 km/h bei flachen und nur 0,5 km/h bei sehr steilem Gelände liegen. Es ist anzunehmen, dass täglich aufgesuchte Wirtschaftsflächen auf der Grundlage von Least-Cost-Überlegungen innerhalb der Erreichbarkeit von zirka einer Stunde lagen. Wenn für eine Untersuchungsregion digitale Geländemodelle vorliegen, dann können über die Erreichbarkeitsberechnungen sehr aussagekräftige Gebiete identifiziert werden, in denen mit einer recht hohen Wahrscheinlichkeit die Aktivitätsbereiche der prähistorischen Landnutzung anzusetzen sind.

²⁹⁸ Vgl. folgende Abb. links oben.

²⁹⁹ Vgl. folgende Abb. rechts oben; weiterführend Herzog/Posluschny 2011; Herzog 2014.

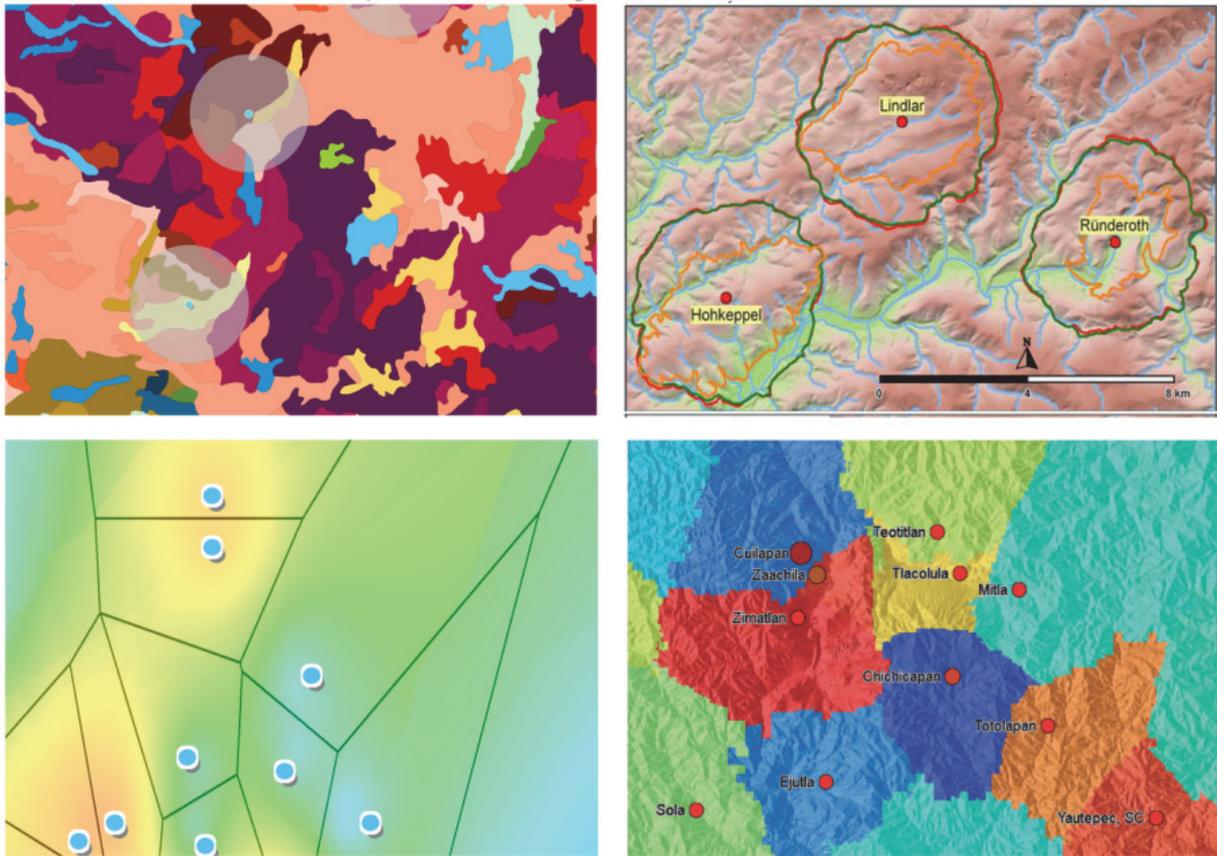


Abbildung 53: Identifizierung von Umfeldern prähistorischer Befunde im Vergleich: links oben konzentrische Ringe, links unten Thiessen-Polygone im Voronoi-Diagramm, rechts oben Erreichbarkeitsgebiete, rechts unten Xtent-Modell der erweiterten Erreichbarkeitsgebiete; GIS: Verfasser; rechts oben Herzog 2014; rechts unten Ducke/Kroefges 2007.

5.6. THIESSEN-POLYGONE

Da leider nicht für alle Gebiete digitale Geländemodell­daten vorliegen, die als Grundlage für die Berechnung von Erreichbarkeitsgebieten dienen könnten, können im GIS zwischen einzelnen Befundlagen sogenannte Thiessen-Polygone im Voronoi-Diagramm berechnet werden. Dabei werden vom GIS Wertflächen anhand von Thiessen-Polygonen gebildet.³⁰⁰ Thiessen-Polygone entstehen aus den georeferenzierten Raumpunkten um den jeweiligen Befund und einhergehender flächiger Wertermittlung. Das Thiessen-Polygon ist definiert als Begrenzungs­polygon der Menge aller Punkte der Umgebungsfläche, die näher zum Befund liegen als bei irgendeinem anderen Punkt der benachbarten Mengen anderer Befunde.³⁰¹ Die Gesamtheit aller Thiessen-Polygone bildet dann das Voronoi-Diagramm. Diese Polygonstruktur verkörpert eine geometrische Flächenstruktur, die die Nachbarschaftsbeziehungen der originären Befundlagen zueinander exakt wiedergibt.

Im GIS werden bei der Polygonerzeugung durch Dreiecksvermaschung die kürzesten Verbindungen zwischen benachbarten Punkten generiert mit dem Ziel, möglichst gleichmäßig geformte Dreiecke zu erhalten, aus denen sich die Polygone zusammensetzen.³⁰² Im nächsten Zwischenschritt wird im GIS eine Distanzkalkulation zwischen Fundstellenpunkten und den jeweiligen Thiessen-Polygonenden durchgeführt, wobei ein

³⁰⁰ Vgl. vorhergehende Abb. links unten.

³⁰¹ Thurmaier 1999, 23f.

³⁰² Vgl. weiterführend zur Methodik von Voronoi-Analysen, deren Grundlage Thiessen-Polygone darstellen, in Kap. 10.5.1.

konkret gemittelter Abstandswert errechnet wird, der so wiederum ein auswertbares Attribut eines Wertes des Polygon-Befundes erzeugt. Aus diesen Polygon-Befund-Attributen können auch thematische Karten mit farbig visualisierten Flächen interpoliert werden, die den spezifischen Wert-Attributen entsprechen, z.B. im mathematischen Kriging-Verfahren, wie im hier vorliegenden Fall, als zweidimensionale Raummodelle (Grids).³⁰³ Dabei ist auf eine logische Werteklaseinteilung (ausgehend von den Minimal- und Maximalwerten sowie der anteilig gewichteten Werteverteilung) und die damit verbundene Farbsignaturgebung zu achten. Statt des flächig modellierenden Grids (bspw. im Kriging-Verfahren) können auch thematische Isolinen-Karten erzeugt werden, die ebenso einzelne Territorien und deren Einflussgebiete nachzeichnen.

5.7. XTENT-MODELL DER ERWEITERTEN ERREICHBARKEITSGEBIETE

Die GRASS-Toolbox, die mittlerweile in zahlreiche Open Source GIS-Software-Pakete implementiert ist, beinhaltet eine überarbeitete und verbesserte Version mit Namen Xtent des fast schon klassisch angewandten Renfrew-und-Level-Algorithmus zur Berechnung von Erreichbarkeitsgebieten. Diese Version bietet verschiedene Vorteile, denn sie respektiert die Geländeeigenschaften als Grundlage für die Mobilität prähistorischer Siedler, wie in den oben genannten Erreichbarkeitsberechnungen benötigt. Jedoch werden hier auch Zwänge und hierarchische Beziehungen zwischen den Standorten der Befunde, wie bspw. Unter- und Oberzentren und deren Beziehungen zueinander,³⁰⁴ miteinbezogen, wobei man somit von einer erweiterten Erreichbarkeitsberechnung sprechen kann. Des Weiteren wird darüber hinaus eine hierarchische Gewichtung der einzelnen Befunde, wie bspw. der Siedlungen zueinander, in Thiessen-Polygonen im Voronoi-Diagramm berücksichtigt, sodass Zentren mit größeren Einflussgebieten oder weniger gewichtige Siedlungen mit kleineren Einflussgebieten berechnet werden können, die als Gebietseinheit der Erhebung der Umfelddaten dienen.³⁰⁵ Die Kombination von verschiedenen Verfahren, wie Erreichbarkeit und Thiessen-Polygone, zur Berechnung von Umfeldern, ermöglicht zwar die wohl genaueste Rekonstruktion prähistorischer Einflussgebiete mit potenziellen Wirtschaftsflächen, jedoch sind diese Berechnungen sehr aufwändig, sodass sie bisher nur selten angewandt wurden.³⁰⁶

5.8. LITERATUR

Baddeley, A., Rubak, E., Turner, R., Spatial point patterns: methodology and applications with R (Boca Raton/London/New York 2016).

G. Bahrenberg/E. Giese/N. Mevenkamp/J. Nipper, Statistische Methoden in der Geographie, Bd. 1, Univariate und bivariate Statistik (Stuttgart 2010).

R. Bernbeck, Theorien in der Archäologie (Tübingen 1997).

R. Bill, Grundlagen der Geo-Informationssysteme (Berlin, New York 2010).

C. Birkett, A Site Catchment Analysis: Walkunder Arch Cave, near Chillagoe, North Qubensland.

³⁰³ Vgl. vorhergehende Abb. links unten.

³⁰⁴ Vgl. Nakoinz 2009.

³⁰⁵ Vgl. vorhergehende Abb. rechts unten.

³⁰⁶ Ducke/Kroefges 2007, 245ff.

- S. Brather, Früh- und Hochmittelalterliche Keramik bei den Westslawen. In: A. Wieczorek/H.-M. Hinz (Hrsg.), Europas Mitte um 1000 Bd. 1 (Stuttgart 2000) 114–120.
- U. Buntgen/W. Tegel/K. Nicolussi/M. McCormik/D. Frank/V. Trouet/J. O. Kaplan/F. Herzig/K.-U. Heussner/H. Wanner/J. Luterbacher/J. Esper, 2500 Years of European Climate Variability and Human Susceptibility, *Science*, 331, 578–582, 2011.
- P. A. Burrough/R. McDonnell/Chr. D. Lloyd, *Principles of Geographical Information Systems* (Oxford 2015).
- M. K. H. Eggert, Prähistorische Archäologie und Ethnologie. Studien zur amerikanischen New Archaeology. *Prähistorische Zeitschrift* 53, 1978, 6–164.
- M. K. H. Eggert/U. Veit (Hrsg.), *Theorie in der Archäologie: Zur englischsprachigen Diskussion*. Tübinger Archäologische Taschenbücher 1 (Münster 1998).
- B. Duce/P. C. Kroefges, Site Patterns Using an Enhanced Xtent Model – From Points to Areas: Constructing Territories from Archaeological. In: A. Posluschny/K. Lambers/I. Herzog (Hrsg.) *Layers of Perception. Identifying Settlement Patterns and Territories* (CAA 2007).
- W.-R. Gordon/P. Phillips, *Method and Theory in American Archaeology* (Chicago 1958).
- J. Henke, Thünsches Modell. *Geographie Infothek* Ernst Klett Verlag (Leipzig 2004) <https://www.klett.de>
- I. Herzog, A review of case studies in archaeological least-cost analysis. *Archeologia e Calcolatori* 25, 2014, 223–239.
- I. Herzog/A. Posluschny, Tilt – Slope-dependent Least Cost Path Calculations Revisited. In: E. Jerem/F. Redö/V. Szeverényi (Hrsg.), *On the Road to Reconstructing the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA). Proceedings of the 36th International Conference*. Budapest, April 2–6, 2008. *Archeologia e Calcolatori* (Budapest 2011) 212–218.
- E. D. Hunt, Upgrading Site-Catchment Analyses with the Use of GIS: Investigating the Settlement Patterns of Horticulturalists. *World Archaeology*, 24 (2), 1992, 283–309.
- S. Griesa, *Die Göritzer Gruppe*. Veröff. Mus. Ur- und Frühgesch. Potsdam 16 (Berlin 1982).
- M. R. Jarmann /C. Vita-Finzi/E. Higgs, Site catchment analysis in archaeology. In: P. Ucko, R. Tringham and D.W. Dumbleby (Hrsg.) *Man, Settlement and Urbanism* (Duckworth 1972) 61–66.
- K. Kirsch, *Slawen und Deutsche in der Uckermark: Vergleichende Untersuchungen zur Siedlungsentwicklung vom 11. bis zum 14. Jahrhundert*. *Forsch. zur Gesch. und Kultur des östlichen Mitteleuropa* 21 (Stuttgart 2004).
- S. Kluiving (Hrsg.), *Landscape archaeology between art and science – From a multi- to an interdisciplinary approach*. *International Landscape Archaeology Conference* (Amsterdam 2010).
- A. Leube, *Studien zu Wirtschaft und Siedlung bei den germanischen Stämmen im nördlichen Mitteleuropa während des 1. bis 5.–6. Jahrhunderts n.Chr.* (Mainz 2009).
- M. van Leusen, Viewshed and Cost Surface Analysis using GIS (Cartographic Modelling in a Cell-Based GIS II). In: Barceló, J.A., I. Briz and A. Vila (Hrsg.), *New Techniques for Old Times. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Proceedings of the 26th Conference*, BAR International Series 757 (Barcelona 1998) 215–224.
- M. van Leusen, *Pattern to Process: Methodological Investigations into the Formation and Interpretation of Spatial Patterns in Archaeological Landscapes, Line-of-sight and Cost Surface Analysis using GIS*, Chapter 6 (Groningen 2002) 1–21. <http://dissertations.ub.rug.nl/faculties/arts/2002/p.m.van.leusen/>
- J. Müller, *Zur räumlichen Darstellung von Radiokarbonaten: Zwei Beispiele aus dem Endneolithikum*. Online-Publ. der Freien Univ. Berlin. Seminar für Ur- und Frühgeschichte 2000. http://www.jungsteinsite.uni-kiel.de/2000_mueller/14c_raum.htm

- O. Nakoinz, Zentralortforschung und zentralörtliche Theorie. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 39, 2009, 361–380.
- A. G. Posluschny/E. Fischer/M. Rösch/K. Schatz/E. Stephan/A. Stobbe, Modelling the Agricultural Potential of frühen Eisenzeit Settlement Hinterland Areas in southern Germany. In: S. J. Kluiving/E. B. Guttman-Bond (Hrsg.), *Landscape Archaeology between Art and Science – From a multi- to an interdisciplinary approach*. Landscape & Heritage Series, Proceedings (Amsterdam 2012) 413–428.
- C. Renfrew/P. Bahn. *Archaeology: the key concepts*. *Site Catchment Analysis: A review* (2005), 172–176.
- D. C. Roper, *The Method and Theory of Site Catchment Analysis: A Review*. *Advances in Archaeological Method and Theory*, Vol. 2 (1979), 119–140.
- H. Schach-Döriges, *Die Bodenfunde des 3. bis 6. Jahrhunderts nach Chr. zwischen unterer Elbe und Oder*. *Offa-Bücher* 23 (Neumünster 1970).
- B. Trigger, *A History of Archaeological Thought* (Cambridge 1989 und 2006).
- J. von Thünen, *Der isolirte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie, oder Untersuchungen über den Einfluss, den die Getreidepreise, der Reichtum des Bodens und die Abgaben auf den Ackerbau ausüben* (Berlin 1826).
- Chr. Thurmaier, *Entscheidungsunterstützung für die Wertermittlung in der Ländlichen Entwicklung – Ein neues Einsatzgebiet für GIS?* Online-Publ. der Technischen Univ. München Geodätisches Inst., Lehrstuhl für Bodenordnung und Landentwicklung 1999.
- I. T. Ullah, A GIS method for assessing the zone of human-environmental impact around archaeological sites: a test case from the Late Neolithic of Wadi Ziqlâb, Jordan. *Journal of Archaeological Science* 38 (2011) 623–632.
- P. Verhagen, *On the Road to Nowhere? Least Cost Paths, Accessibility and the Predictive Modelling Perspective*. In: F. Contreras, M. Farjas and F.J. Melero (Hrsg.) *Proceedings of the 38th Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology* (2010) 383–389.
- C. Vita-Finzi/E. Higgs, *Prehistoric Economy in the Mount Carmel Area of Palestine: Site Catchment Analysis*. *Proceedings of the Prehistoric Society London* 36, 1970, 1–37.
- A. Volkmann, *Eisenproduktionswerkplätze der späten römischen Kaiserzeit (3.–5. Jh. AD) im inneren Barbaricum. Forschungen zur Völkerwanderungszeit und zum Frühmittelalter Europas* (Würzburg 2012).
http://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/frontdoor.php?source_opus=7442
- A. Volkmann, *Siedlung – Klima – Migrationen: Geoarchäologische Forschungen zur Oderregion zwischen 700 vor und 1000 nach Chr. mit Schwerpunkt auf der Völkerwanderungszeit* (Frankfurt 2013).
- H.-U. Voß, *Untersuchungen zur Geschichte der germanischen Besiedlung zwischen Elbe/Saale und Oder/Neisse im 3.–7. Jahrhundert* (ungedr. Diss. Humboldt Universität Berlin 1986).