

6 Theoretische und methodische Grundlagen der Archäoprognose

6.1 Zur Methodik der Siedlungsmusteranalyse und Archäoprognose

Bei der frühen Erforschung paläolithischer Siedlungsmuster erfuhr die räumliche Verteilung der Fundstellen in Verbindung mit der typologischen Zusammensetzung der lithischen Inventare die größte Aufmerksamkeit, da man anhand dieser beiden Faktoren „Gruppen“ zu unterscheiden suchte. Später wurde diese Herangehensweise aufgrund der im Kapitel 3 beschriebenen Diskussion um die tatsächliche Trennbarkeit der Technokomplexe immer stärker kritisiert (RICHTER 2002, 2-6). Als alternativer Ansatz, der bis heute Anwendung findet, etablierte sich zu Beginn der 1970er-Jahre die Site Catchment Analysis und Site-Territory Analysis. Im Rahmen der Site Catchment Analysis wird jegliches Material ausgewertet, das in die Fundstelle eingetragen und infolgedessen überliefert wurde. Aus dessen Zusammenstellung können anschließend Rückschlüsse über die Ökonomie und die Ressourcen innerhalb des jeweiligen Einzugsgebiets der Fundstelle gezogen werden sowie über die Beziehung zwischen diesen und der dort angetroffenen Technologie (VITA-FINZI/HIGGS 1970, 5; BERNICK 1983, 4). Dabei erfasst die Site Catchment Analysis sowohl die eingebrachten Ressourcen aus dem näheren Umfeld der Fundstelle als auch allochthones Material, das zum Teil über weite Strecken transportiert werden musste.

Die Site-Territory Analysis hingegen beschäftigt sich mit der Lage der Fundstelle, ausgehend mit den ökonomischen Möglichkeiten, die in der unmittelbar erreichbaren Umgebung gegeben sind, und wie diese in der Fundstelle sichtbar werden. Damit verschob sich der Fokus von der Betrachtung einzelner Fundkategorien wie Werkzeuge oder Faunenreste zu einer umfassenderen Untersuchung der Fundstelle als Teil einer

paläolithischen Landschaft (HIGGS/VITA-FINZI 1972; ROPER 1979, 120; BERNICK 1983, 12). Sowohl *Site Catchment* als auch *Site-Territory Analysis* erfolgen in den meisten Fällen GIS-gestützt, d.h. sie bedienen sich einer Software zur Verarbeitung und Aufbereitung georeferenzierter Daten.

Die Archäoprognose, in der englischsprachigen Literatur allgemein als *Predictive Modelling* bezeichnet,

„[...] is a technique to predict, at a minimum, the location of archaeological sites or materials in a region, based either on the observed pattern in a sample or assumptions about human behaviour“

(KÖHLER/PARKER 1986, 400).

Sie ist somit ein Verfahren, mit dem das archäologische Potenzial einer bestimmten Region mithilfe statistischer Verfahren auf der Basis bisheriger archäologischer Daten und/oder theoretischem Hintergrundwissen errechnet werden kann. In der Regel werden die Ergebnisse einer solchen Prognose in Form von georeferenzierten Verdachtsflächenkarten dargestellt, die mit einem geografischen Informationssystem (GIS) erzeugt wurden (MÜNCH 2006, 141 f.).

Entwickelt wurden verschiedene Ansätze der Archäoprognose bereits in den späten 1970er-Jahren in den USA, wo sie seither im Zuge des Denkmalschutzes und der Landschaftsplanung zum Einsatz kommen. Die ersten Länder, die diese neue Methode ebenfalls in großem Stil in die Denkmalpflege integrierten, waren Kanada und die Niederlande (VAN LEUSEN 2002, 5.2). Über den wissenschaftlichen Wert der Archäoprognose entfachte alsbald eine heftige Kontroverse, in der sich insbesondere die Anwender des induktiven Ansatzes und des deduktiven Ansatzes gegenüberstanden. Induktive Prognosemodelle gehen dabei von den real existierenden Fundstellen aus und leiten von einer repräsentativen Gruppe dieser Einzelphänomene (sample) allgemeine Kriterien der Lageplatzwahl ab. So können allein auf Grundlage der bisher gesammelten Daten weitere Örtlichkei-

ten ausgemacht werden, die diesen Kriterien entsprechen und somit ein hohes archäologisches Potenzial bergen. Der Vorteil hierbei ist, dass sich induktive Ansätze nahe an den Daten bewegen können und wissenschaftliche Paradigmen, zumindest in der Theorie, keinen maßgeblich verzerrenden Einfluss auf die Ergebnisse haben (KÖHLER 1988, 37).

Beim deduktiven Ansatz werden diese Kriterien nicht (nur) vom Datensatz, sondern von einer zugrundeliegenden Theorie vorgegeben (VAN LEUSEN 2002, 5.4). Dabei ist die zugrundeliegende Prämisse stets, dass sich menschliches Handeln nach bestimmten Regeln gestaltet, die nachvollzogen und daher als Kriterien vorausgesetzt werden können (VAN LEUSEN 2002, 5.4; MÜNCH 2006, 142; KÖHLER 1988, 37). Vorteilhaft am deduktiven Ansatz ist zweifellos, dass mit ihm nicht nur eine Prognose erzeugt, sondern in gewissem Umfang auch Theorien getestet werden können.

In der Realität stehen sich induktive und deduktive Modelle nicht diametral gegenüber, auch wenn einige Wissenschaftler die Unvereinbarkeit beider Ansätze leidenschaftlich verteidigen. Tatsächlich handelt es sich streng genommen bei den meisten Archäoprognosen um Mischformen, da viele auf Theorie basierende Kriterien des deduktiven Ansatzes im Vorfeld induktiv aus Einzelbeobachtungen abgeleitet wurden. Ebenso fließt ein erhebliches theoretisches Vorwissen in die archäologische Datenerhebung und damit auch in die induktiven Prognosemodelle, z. B. in Form von ethnografisch erhobenen Lageparametern wie Hangneigung, Höhenlage, Sichtfeld usw. (VAN LEUSEN 2002, 5.5; KVAMME 1999, 173; VERHAGEN 2007, 14).

6.2 Chancen und Grenzen der Archäoprognose

Der entscheidende Vorteil der Archäoprognose für die Archäologie als angewandte Wissenschaft liegt auf der Hand: Sie liefert nicht nur Erkenntnisse, sondern auch die Möglichkeit zur Erschließung neuer Fund-

stellen. Dies erscheint insbesondere für das Forschungsfeld des Mittelpaläolithikums vielversprechend, da sich Fundplätze dieser Zeitstellung nicht, wie es tendenziell häufiger bei neolithischen oder metallzeitlichen Siedlungen der Fall ist, mit geschultem Auge oberirdisch erkennen und mit wenig invasiven Prospektionsmethoden erfassen lassen. Die explorative Erschließung mittelpaläolithischer Fundkomplexe geht vielmehr tendenziell mit einem großen Zeit- und Kostenaufwand einher, der von den zuständigen Forschungseinrichtungen und Behörden finanziell und personell nicht getragen werden kann. Hier kann die Archäoprognose einen essenziellen Beitrag zur Effizienz archäologischer Prospektion und Feldforschung leisten (MÜNCH 2006, 141; VERHAGEN U. A. 2011, 429f.; BRANDT U. A. 1992, 268).

Die eigentliche Siedlungsmusteranalyse findet allerdings nicht unbedingt durch das Erschließen neuer Fundstellen statt. Vielmehr ergeben sich bereits während des Prozesses der Datensammlung, Datenaufbereitung und Operationalisierung idealerweise Einblicke in einzelne Aspekte des Siedlungsmusters. Dazu zählen beispielsweise die räumliche Verteilung der gesammelten Fundstellen auf den Arbeitsraum, die Aussagekraft der ausgewählten Lageparameter als Prognosefaktor, die Signifikanz der Verteilung auf die unterschiedlichen Klassen der jeweiligen Lageparameter sowie deren Vergleich zwischen unterschiedlichen Fundstellenarten. Auch aus der Auswertung der letztendlichen Prognosekarte bzw. der Verteilung der Zonen mit hoher Auffindungswahrscheinlichkeit lassen sich unter Umständen Rückschlüsse auf das Siedlungsmuster ziehen. Obwohl diese Erkenntnisse letztendlich darauf hinauslaufen, einzelne Komponenten des Siedlungsmusters besser erklären zu können, ist hierbei stets Vorsicht geboten. In der Regel handelt es sich bei den Erkenntnissen der Prognose nämlich um quantitative Phänomene, deren Signifikanz zwar einen kausalen Einfluss auf das Sied-

lungsmuster nahelegen, jedoch nicht für sich belegen. Wird dies bei der Interpretation der Archäoprognose ausreichend berücksichtigt, kann sie potenziell zu einem wertvollen Forschungswerkzeug werden (VERHAGEN/WHITLEY 2012, 90).

Die vorangegangenen Erläuterungen zur Definition, Theorie und Methodik lassen allerdings auch bereits wesentliche Stolpersteine der Archäoprognose zum Vorschein kommen. Ein erstes Problem stellt die häufig unzureichende und wenig repräsentative Datengrundlage dar (KAMERMANS 2007, 74; VERHAGEN/WHITLEY 2012, 56). Gerade für weit zurückliegende Zeitabschnitte wie das Paläolithikum ist die Anzahl von Fundstellen innerhalb eines Untersuchungsgebietes meist recht gering, was die Aussagekraft jeglicher Art von statistischer Auswertung beeinträchtigt. Die ohnehin kleinen Samples setzen sich zudem nur aus den wissenschaftlich bzw. amtlich dokumentierten Fundstellen zusammen, die vermutlich einen Bruchteil der tatsächlichen Beobachtungen ausmachen (VAN LEUSEN 2002, 5.12 f.).

Wo und wie häufig Funde gemacht und aufgenommen werden, hängt von einer Vielzahl an Faktoren ab, u. a. der heutigen Oberflächennutzung, der Erhaltung pleistozäner Böden und der Ausbreitung der Eisvorstöße während der letzten Eiszeiten (genauer hierzu in Kap. 8.3). Ebenso leistet die Arbeit von ehrenamtlichen Sammlern einen großen Beitrag zur Gewinnung, aber auch zur Verzerrung der archäologischen Daten, da archäologisch interessierte Laien verständlicherweise unterschiedliche Gebiets- und Auswahlpräferenzen haben. Da die süddeutschen Höhlen seit dem 19. Jahrhundert als vielversprechende Fundorte des Paläolithikums bekannt waren, darf damit gerechnet werden, dass Höhlenfundstellen im Vergleich zu Freilandstationen überrepräsentiert sind (FISCHER/RIEDER 2016, 107). Leitet man nun von diesen bedingt repräsentativen Samples allgemeine Faktoren der Siedlungsplatzwahl ab, so besteht die Ge-

fahr eines Zirkelschlusses und weiterer Verzerrung der Datengrundlage in die bereits vorgegebene Richtung. Da sich Vorhersagemodelle, ob induktiv oder deduktiv, immer direkt oder indirekt von bisher gewonnenen Daten ableiten, neigen ihre Ergebnisse also stets dazu, bereits bestehenden Tendenzen zu folgen (VERHAGEN U. A. 2011, 437).

Ein weiterer übergeordneter Kritikpunkt bezieht sich auf die Auswahl der zugrundeliegenden Lagerplatzwahlkriterien. Diese basieren stets überwiegend auf geomorphologischen, geologischen und hydrologischen Charakteristika, die in der heutigen Landschaft beobachtet werden können und von so permanenter Natur sind, dass ihre Übertragbarkeit auf frühere Zeitabschnitte einigermaßen gerechtfertigt ist. Hierzu zählen jedoch nicht die lokale Verteilung von tierischen und pflanzlichen Ressourcen, der Zugang zu Trinkwasser durch Quellen und kleinere Flüsse, die Verteilung unterschiedlicher lithischer Ressourcen, insbesondere kleinerer Aufschlüsse, sowie Bewaldung und Exponiertheit der Fundstellen in der damaligen Landschaft. Abgesehen davon können kulturelle und soziale Faktoren der Lagerplatzwahl nur schwer berücksichtigt werden, obwohl davon ausgegangen werden muss, dass auch das Verhalten des Neandertalers von anderen als nur ökologischen Einflüssen geprägt war. So stellt sich heraus, dass ein möglicherweise wesentlicher Teil der potenziell relevanten Lagerplatzkriterien nicht aus den Daten der Fundstellen oder den Geodaten der zugrundeliegenden Karten hervorgehen kann. Daraus ergibt sich zwangsläufig, dass Archäoprognosen nur eine begrenzte Auswahl an Faktoren, die den komplexen Prozess menschlicher Entscheidung beeinflussen, erfassen können und eine stark umweltdeterministische Perspektive auf das Siedlungsmuster bieten (GAFFNEY/VAN LEUSEN 1995, 174 f.; VERHAGEN/WHITLEY 2012, 57).

Nicht umweltdeterminierte Einflussfaktoren können nur indirekt und in seltenen Fällen anhand einer Archäoprognose sichtbar ge-

macht werden, z. B. in Form von Ausreißern. Fundstellen, die sich entgegen der Erwartung nicht anhand bewährter Lageparameter prognostizieren lassen, können somit als wichtige Informationsquelle dienen, da bei ihnen unter Umständen nicht-ökologische Kriterien zur Lagerplatzwahl geführt haben könnten. Zwar darf man von einer Archäoprognose keine Antwort auf die Frage nach diesen Kriterien erwarten, allerdings dienen solche Beobachtungen als Ausgangspunkt für neue Hypothesen zum Siedlungsmuster (VAN LEUSEN 2002, 5.3; VERHAGEN U. A. 2011, 436).

Hier zeigt sich der Vorteil deduktiver Modelle, die bei der Auswahl ihrer Prognoseparameter nicht nur auf archäologische und geografische Daten, sondern auch auf theoretisches Vorwissen oder zu Testzwecken auf Hypothesen zurückgreifen können. In der Aufnahme von Faktoren, die über die üblicherweise verwendeten Lageparameter hinausgehen und kulturelle Aspekte des Siedlungsmusters einschließen können, liegt theoretisch ein enormes Potenzial für Erkenntnisgewinn und zur Optimierung der Prognose (VERHAGEN/WHITLEY 2012, 90). Im selben Maße sind deduktive Modelle jedoch auch anfälliger dafür, die Ergebnisse in stärkerem Maße subjektiv bzw. nach dem herrschenden Forschungsparadigma zu verzerren (BRANDT U. A. 1992, 271; KVAMME 1999, 173).

Eine dritte Herausforderung stellt die unterschiedliche Transparenz der publizierten Archäoprognosen dar. Wenn davon ausgegangen werden muss, dass die Menge und Qualität der Daten, die Methodik der Modellgewinnung, die ausgewählten Faktoren der Lagerplatzwahl ebenso wie die zur Verfügung stehende Hard- und Software einen Einfluss auf das Prognoseergebnis haben, so kann die Aussagekraft individueller Verdachtsflächenkarten nicht ohne weiteres von außen beurteilt werden. Kritiker der Archäoprognose merken an, dass Prognosekarten in der Denkmalpflege der USA und der Niederlande häufig als entscheidendes Argument für oder gegen landwirtschaft-

liche und bauliche Maßnahmen verwendet werden, was sie zu einem mächtigen politischen Instrument macht. Dadurch entstehe die Versuchung, die den Prognosen innewohnenden Schwächen nicht hinreichend klar darzulegen, zumal die Visualisierungsmöglichkeiten von GIS dazu neigen, auch uneindeutige Analyseergebnisse und komplexe statistische Beziehungen eindeutig und einfach erscheinen zu lassen (VERHAGEN U. A. 2011, 437; VERHAGEN 2007, 16). Dies ist jedoch kein spezifisches Problem der Archäoprognose, sondern der Tatsache geschuldet, dass weder denkmalpflegerisches noch wissenschaftliches Handeln im politikfreien Raum stattfindet. Transparenz und ein gewissenhaftes Vorgehen müssen in jedem Anwendungsbereich vorausgesetzt werden, um einen Nutzen aus den verwendeten Methoden ziehen zu können.

Letztendlich spielen die Erwartungen an die Archäoprognose die wohl größte Rolle bei der Frage nach ihrem Nutzen. Archäologische Verdachtsflächenkartierungen haben stets eine Prognose- und eine Erklärungsfunktion, die getrennt voneinander beurteilt werden sollten und die unterschiedlich gut erfüllt werden können (ALTSCHUL 1988, 61; SHMUELI 2010, 305f.). Die Prognoseleistung eines Modells ist definiert als die Fähigkeit des Modells, akkurat und präzise mit möglichst geringer Fehlerquote Fundstellen vorherzusagen. Um die Prognoseleistung der individuellen Modelle besser einschätzen zu können, hat sich die Angabe bestimmter statistischer Vergleichsparameter, wie etwa Kvammes Gain, mittlerweile etabliert (KVAMME 1988). Ebenso kann die Fehlerquote einer Prognose mithilfe verschiedener Sampling-Methoden und der Überprüfung der abgefragten Klassen auf statistische Relevanz besser eingeschätzt werden (VERHAGEN 2007, 47; 137 f.).

Weitaus schwerer vergleichbar ist die „Erklärungsleistung“, d. h. wie gut sich das Modell eignet, um Hypothesen bezüglich der Erklärung eines Phänomens zu überprüfen bzw. wie viele Ansatzpunkte die Prognose für die

Formulierung neuer Hypothesen liefert. Um diese einschätzen zu können, ist es zwingend notwendig, die dem Modell zugrundeliegenden Theorien zu kennen, in diesem Fall also zum Phänomen des Siedlungsmusters (SHMUELI 2010, 306). Selbstverständlich ist eine ausreichend gute Prognoseleistung des Modells stets das Ziel einer Prognose und die Voraussetzung dafür, dass sich von ihren Ergebnissen überhaupt verlässliche Aussagen über das Siedlungsmuster ableiten lassen. Jedoch kann eine Archäoprognose mit mäßiger bis guter Prognoseleistung theoretisch im Rahmen ihrer Erarbeitung zu weitaus gewinnbringenderen Einsichten in einzelne Aspekte des Siedlungsmusters führen als eine Verdachtsflächenkartierung mit besonders akkurater und präziser Fundstellenvorhersage. Dies hat nicht zuletzt mit dem durchaus problematischen Umstand zu tun, dass Daten aus statistischer Perspektive zu Prognose- und Erklärungszwecken unterschiedlich gehandhabt werden müssen. Archäoprognosen können zwar durchaus beides – Erklären und Prognostizieren – jedoch können sich diese beiden Grundfunktionen bei der Operationalisierung der Daten gegenseitig im Weg stehen (SHMUELI 2010, 290-293). Wie groß der Wert einer Archäoprognose also tatsächlich ist, hängt immer mit der Forschungsfrage, ihrer intendierten Verwendung und den Spezifika ihrer Methodik, Daten- und Theoriegrundlage zusammen.

6.3 *Der Weighted Layer Approach*

Zur Erstellung des Prognosemodells wurde im Rahmen dieser Studie der sog. Weighted Layer Approach (WLA) verwendet, bei dem es sich um eine Variante der multiplen linearen Regression handelt. Bei der multiplen linearen Regression wird angenommen, dass sich eine abhängige, unbekannte Variable (i.e. die Wahrscheinlichkeit einer Fundstelle) durch die Funktion einer Gerade ausdrücken lässt, die mehrere bekannte, unabhängige Variablen enthält (ALTSCHUL

1988, 82-87; KOHLER/PARKER 1986, 420). Aus den Werten dieser bekannten Variablen und deren Regressionskoeffizienten, die den Einflussfaktor der einzelnen Variablen angeben, lässt sich somit ein Wert für die abhängige Variable errechnen. Erfolgt diese Rechnung, wie im Falle der Archäoprognose, für jedes Feld einer Rasterkarte, so erreicht jedes Feld einen unterschiedlichen Wert für das Potenzial der Anwesenheit von Fundstellen (BRANDT U. A. 1992, 272). Diese stetigen Werte können anschließend grafisch durch einen Farbgradienten dargestellt werden.

Die Voraussetzung für das Gelingen einer Prognose mit multipler linearer Regression ist die Auswahl geeigneter unabhängiger Variablen, also der Einflussfaktoren der Lagerplatzwahl. Diese sollten möglichst für alle Fundstellen vorliegen und sich dem Datensatz entnehmen lassen, darüber hinaus aber auch so weit wie möglich voneinander unabhängig sein, um Zirkelschlüsse zu vermeiden. Im Falle von Höhe ü. NN, Hangneigung, Hangausrichtung, Distanz zum Fließgewässer und Sichtfeld handelt es sich um bereits bewährte Variablen, bei denen diese Voraussetzungen gegeben sind. Zur genaueren Beschreibung der verwendeten Lageparameter siehe Kapitel 7.3.

Beim Weighted Layer Approach werden die Lageparameter/Variablen in verschiedene Klassen unterteilt und jede dieser Klassen individuell gewichtet. Diese Gewichtung kann willkürlich festgelegt werden, wenn zu Testzwecken ein hoher oder niedriger Einfluss unterstellt wird oder Expertenwissen in die Gewichtung einfließen soll. Beispielsweise kann innerhalb der Variable „Bodenart“ die Kategorie „Löss“ eine sehr hohe Gewichtung erhalten, wenn sich im Vorfeld der Zusammenhang zwischen Lössböden und der Lagerplatzwahl herauskristallisiert hat. Dieses Vorgehen kann in bestimmten archäologischen Kontexten oder zu Testzwecken durchaus Sinn machen, unterwirft die Ergebnisse jedoch einer größeren Subjektivität (BRANDT U. A. 1992, 271; KVAMME

1999, 173). Die Variante, die im Rahmen dieser Archäoprognose Anwendung findet, ist die Gewichtung der Kategorien nach ihrem beobachteten Vorkommen im Datensatz. Dabei wird errechnet, wie viel Prozent der Fundstellen des Datensatzes tatsächlich in die jeweilige Kategorie fallen und daraus ein Gewichtungsfaktor gebildet. Betrachtet man z.B. den Lagerplatzfaktor „Hangneigung“ und darin die Klasse 1 (0° bis 3° Steigung), so fallen 63 Prozent der Freilandfundstellen in diese Kategorie, woraus sich der Gewichtungsfaktor 0,63 ergibt. Die Unterteilung der Klassen hat beim Weighted Layer Approach einen maßgeblichen Einfluss auf die Ergebnisse, weshalb diese möglichst nachvollziehbar sein sollte. Je größer das Intervall an stetigen Werten für die jeweilige Klasse gewählt wird, desto mehr Fundstellen fallen potenziell in diese und desto größer wird ihre Gewichtung. Dieses Problem kann auf unterschiedliche Weise angegangen werden; generell ist eine Einteilung in möglichst gleichmäßige und kleine Intervalle vorzuziehen (BRAND U.A. 1992, 278; SAUER 2017, 68f.). Zur Einteilung der Klassen im Rahmen dieser Studie siehe Kapitel 7.3.

Abgesehen vom maßgeblichen Einfluss der Klassengröße auf das Ergebnis der Prognose decken sich die Nachteile des WLA mit den bereits in Kap. 6.2 diskutierten Problemen. Vorteilhaft hingegen ist, dass dieser Ansatz bereits mehrfach erfolgreich verwendet wurde und somit ein gewisser Grundstock an Literatur zur Verfügung steht, wenn sich dieser auch stets auf jüngere Abschnitte der Ur- und Frühgeschichte bezieht. Ebenso ist die benötigte Hard- und Software verhältnismäßig kostengünstig zu erwerben und einfach zu bedienen, was den WLA zu einem effektiven, aber dennoch einsteigerfreundlichen Prognosemodell macht. Dies hat nicht nur Vorteile für die Ersteller, sondern erlaubt auch einer größeren Anzahl von Nutzern, die Prognoseergebnisse nachzuvollziehen und anzuwenden.