

GIS-gestützte Rekonstruktion der Lebensbedingungen von Ureuropäern

Mark VETTER und Friedrich BARNIKEL

Dieser Beitrag wurde nach Begutachtung durch das Programmkomitee als „reviewed paper“ angenommen.

Zusammenfassung

Die Implementierung von Geo-Informationssystemen zur Unterstützung archäologischer Forschungsvorhaben gehört zu den jüngsten und faszinierendsten Anwendungen dieser Technik überhaupt. Ziel des Beitrages ist es darzustellen, welche GIS-Verfahren angewandt werden können, um die Lebensbedingungen der Frühmenschen und ihre unterschiedlichen Siedlungstypen zu rekonstruieren und welche Schlussfolgerungen sich aus der Anwendung dieser Methoden ergeben. Im vorliegenden Fall geht es um ein Untersuchungsgebiet auf der Halbinsel Krim/Ukraine. Mittels der GIS-Verfahren zur Sichtachsenanalyse und zur Kosten-Distanz-Analyse erfolgte eine Untersuchung der Sichtbarkeit (hinsichtlich der sichtbaren Fläche von der Fundstelle aus) einer bestimmter Fundstelle und außerdem eine Berechnung, wie weit von den Siedlungsplätzen Rohstoffquellen wie Bau- und Heizmaterial, Gesteinsvorkommen zur Erstellung von Werkzeugen, Nahrungsquellen und Wasser entfernt waren. Erste Auswertungen zeigen, dass keine klare Einteilung der Sichtbarkeit bezüglich der Siedlungstypen vorgenommen werden kann. Hingegen ermöglicht die Erreichbarkeitsanalyse bestimmter Rohstoffvorkommen in Bezug zu unterschiedlichen Siedlungstypen die Aussage, dass vermutlich die Menschen des Jungpaläolithikums über mehr Wissen zur Lage von Rohstoffstandorten verfügten, als die Bewohner der mittelpaläolithischen Epoche. Allem Anschein nach haben die Menschen des Jungpaläolithikums ihre Siedlungsstandorte bewusst in der Nähe dieser Rohstoffquellen errichtet. Es kann aufgezeigt werden, dass die GIS-Technik sehr hilfreich bei diesen Analysen ist, dass aber als Forschungsdesiderat eine bessere DGM-Grundlage und auch noch weitere paläoökologische Untersuchungen wünschenswert wären, um eine noch bessere Analyse der archäologischen Funde zu ermöglichen.

1 Einführung und Ziele

1.1 Einführung und Hintergrund

In der archäologischen Forschung wird zwar die GIS-Technik auch schon seit längerem eingesetzt, hat aber erst in den letzten Jahren für die Fundstellensuche und für die Rekonstruktion der Lebensbedingungen früherer Gesellschaften einen größeren Stellenwert bekommen (vgl. z. B. CONOLLY & LAKE 2006, KLAMMT 2007, KLAMMT & STEINERT 2009, MISCHKA 2007, BOOS et al. 2010).

Die GIS-Methodik als Unterstützung der archäologischen Forschung lässt sich ideal einbetten in ein laufendes Projekt auf der Halbinsel Krim/Ukraine, welches vom Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Erlangen-Nürnberg in Zusammenarbeit mit der Ukrainischen Akademie der Wissenschaften durchgeführt wird (vgl. z. B. CHABAI & UTHMEIER 2006). Im Rahmen dieses Projektes werden unter anderen folgende Ziele verfolgt, bei denen insbesondere der Einsatz von GIS zielführend sein kann (UTHMEIER et al. 2008):

Zum einen geht es um das Ziel des Auffindens weiterer Fundstellen neben den bisherigen (vgl. auch DROSS 2006) und zweitens soll der Versuch unternommen werden, mittels dieser Technik mehr über die Lebensbedingungen der Menschen der vergangenen Ur- und Frühzeit zu erfahren.

1.2 Zielsetzung

Wenngleich auch bei der o.g. ersten Zielsetzung GIS-Methoden hilfreich eingesetzt werden können, wird in diesem Beitrag vor allem das zweite Ziel genauer betrachtet. (Da das gesamte Projekt noch am Anfang steht und zur Klärung des ersten Zieles noch weitere Untersuchungen nötig sind, können gegenwärtig nur Ergebnisse zum zweiten Ziel vorgestellt werden.)

Zunächst stellt sich also die Frage: Welche GIS-Verfahren können zur Anwendung kommen, um die Lebensbedingungen der Ureuropäer zu rekonstruieren. In dem vorliegenden Beitrag werden daher zwei GIS-Verfahren vorgestellt:

- *Sichtachsenanalyse*: Eine Rekonstruktion des Blickfeldes der Frühmenschen von der Fundstelle aus hilft zu verstehen, wie sich ein Schutzbedürfnis oder auch die Beschaffung von Nahrung und Rohstoffen bei den Individuen gestaltet haben mag. Gleichermaßen kann mit dieser Methode auch ermittelt werden, von wo aus die Fundstelle einsehbar war.
- *Kosten-Distanz-Analysen*: Auf Basis von Geländeinformationen (abgeleitet aus den Reliefbedingungen bzw. aus den hydrologischen Gegebenheiten) kann dargestellt werden, welches Angebot an Rohstoffen oder Nahrungsquellen sich potenziell für den Frühmenschen bot. Über das Verfahren wird eine theoretische Erreichbarkeitszeit für das aufzusuchende Objekt in Entfernung zur Fundstelle berechnet.

Einschränkend muss bei der Anwendung dieser Methoden der Vollständigkeit halber erwähnt werden, dass davon auszugehen ist, dass sich die Landschaft seit dem Mittelpaläolithikum durch Abtragungs-, aber auch Akkumulationsprozesse, sowie durch die Vegetationssukzessionen punktuell verändert hat (CHABAI & UTHMEIER 2006). Dies kann natürlich dazu führen, dass die modernen Messdaten im Vergleich zur tatsächlichen Erreichbarkeit von Rohstoffquellen oder der Sichtbarkeit von Objekten im Gelände während der Altsteinzeit leicht verzerrt sind. Im Grunde genommen müsste hierzu noch eine detaillierte paläoökologische Untersuchung der Region erfolgen. Dies ist auch im weiteren Verlauf des Projektes auf Basis der GIS-Technik vorgesehen, unter anderem im Rahmen eines Geländeaufenthaltes im März 2012. Nach Abschluss dieser Untersuchungen können dann die o. g. GIS-Analysen mit modifizierten Parametern erneut angewandt werden – die grundlegende Methodik bleibt jedoch die gleiche und deswegen wird sie im folgenden Kapitel genauer vorgestellt.

2 Untersuchungsgebiet und methodische Vorgehensweise

2.1 Untersuchungsgebiet und paläolithische Besiedlungsgeschichte

Das Untersuchungsgebiet ist die Gegend des westlichen Teils des südlichen und nördlichen Krimgebirges (s. Abb. 1) auf der Halbinsel Krim in der Ukraine (KRAMM 1960). Hier sind in dem genannten Forschungsvorhaben verschiedene Fundstellen von Ureuropäern gefunden und untersucht worden. Über 100 Fundstellen sind in dem Untersuchungsgebiet (Abb. 2) bislang bekannt. Es kann eine Einteilung der Fundorte unter Betrachtung soziologischer und ökonomischer Aspekte der Bewohner in verschiedene Klassen vorgenommen werden (CHABAI & UTHMEIER 2006): Im vorliegenden Beitrag werden die drei Fundstellenarten *Starosele*, *Kabazi* (Fundorte des mittelpaläolithischen Neandertalers) und *jungpaläolithische Fundstellen* (*Homo sapiens*) unterschieden. Die Lage einiger Fundstellen (und deren Typisierung) kann der Abbildung 2 entnommen werden.



Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes auf der Halbinsel Krim im Schwarzen Meer

2.2 Methodische Vorgehensweise

Für die Bearbeitung der GIS-relevanten Fragestellungen wurde die Software ArcGIS 10.1 von ESRI eingesetzt. Zur Programmbasisversion kam noch die Extension *Spatial Analyst* hinzu. Zunächst war für die elektronische Raumanalyse mit GIS die Erstellung eines Digitalen Geländemodells (DGM) auf Basis von Höhenlinien (Abb. 2.) vonnöten (vgl. MOORE et al. 1991).

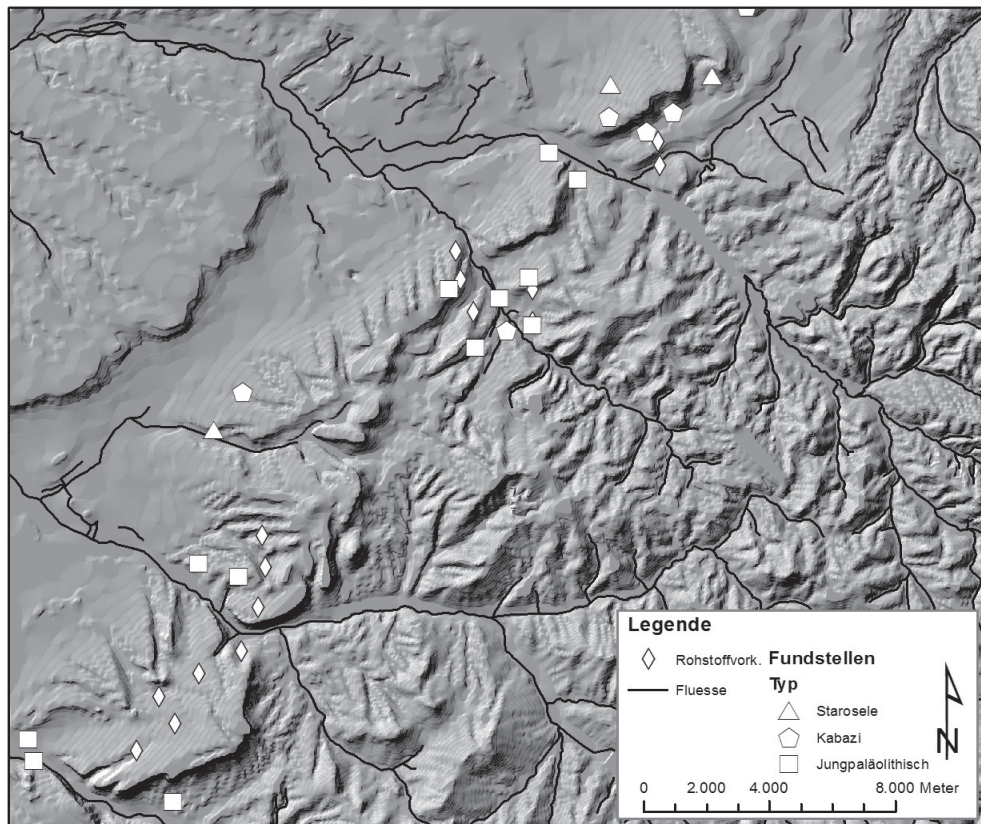


Abb. 2: Ausschnitt aus der digitalisierten Höenschummerungsdarstellung des Untersuchungsraumes und Lage der unterschiedlichen Fundstellentypen

Leider standen zur Berechnung des DGMs keine Geodaten in digitaler Form zur Verfügung, sodass der in Abbildung 2 sichtbare Bereich auf Basis einer ukrainischen, topographischen Karte im Maßstab von 1:30.000 mit einer Höhenlinien-Äquidistanz von 20 m digitalisiert werden musste. Das Resultat dieser Digitalisierung kann in Abbildung 2 und das daraus berechnete DGM im Ausschnitt kann in Abbildung 3 betrachtet werden.

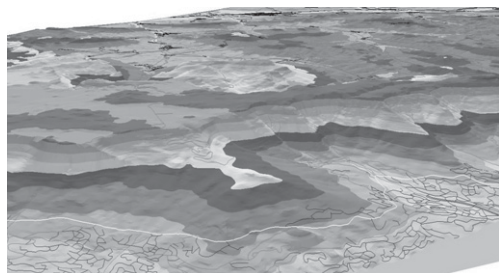


Abb. 3: Berechnetes Höhenmodell auf Basis der Höhenlinien

In einer nächsten Stufe wurden dann bei der Sichtachsenanalyse zwei Layer benötigt, die schließlich zusammen unter Verwendung von Funktionen der ArcGIS Extension *Spatial Analyst* (Unterverzeichnis *surface*, tool *viewshed*) ausgewertet wurden. Das erste Layer lag als Shape-Datei im Punktformat vor und verfügte über die Informationen zur Lage der Fundstellen, welche zuvor auf Basis einer Analyse von UTHMEIER et al. (2008) digitalisiert wurden.

Das zweite Layer, welches im Rasterformat vorlag, waren die digitalen Höheninformationen im Gelände. Diese Raster-Datei wurde zuvor aus den Höhenlinieninformationen mit dem Verfahren der *Nearest-Neighborhood-Methode* (TRAUTWEIN et al. 2011) interpoliert. Als Parameter für das Tool wurden folgende Werte eingegeben:

Tabelle 1: Parameter zur Berechnung der Sichtachsen für das Tool *viewshed* in der ArcGIS Extension *Spatial Analyst*

Parameter	Input raster	Input point or polyline observer features	Output raster	Z-factor	Refractivity coefficient
Erläuterung	Digitales Höhenmodell im Rasterformat	Beobachtungspunkt oder -punkte	Ausgaberraster mit sichtbaren und nicht sichtbaren Bereichen	Höhe des Beobachtungspunktes im Gelände	Faktor der Lichtbrechung in der Luft

Nach TRAUTWEIN et al. (2011) muss in alle Richtungen von einem festgelegten Punkt (in diesem Fall unsere Fundstelle) eine virtuelle Linie berechnet werden, die bis zu einem etwaigen Hindernis reicht. Hier bricht dann zunächst die Berechnung ab und die Länge der Linie entspricht dann dem Streckenwert der Sichtbarkeit bis zu dem Hindernis, da dahinter liegende Punkte nicht in die Sichtbarkeit von der Fundstelle fallen (vgl. PATTERSON 2008, JENNESS et al. 2011). Die sichtbaren Bereiche können auch hinsichtlich ihrer Flächengröße analysiert werden, eine recht einfache Berechnung mit einem GIS, wenn die Rastergröße (in unserem Fall entspricht eine Rasterzelle eine Fläche von 400 m²) bekannt ist. So konnte abschließend beurteilt werden, ob die verschiedenen Fundstellen über eine unterschiedliche Größe der sichtbaren Fläche verfügen.

Für die Berechnung der Kostendistanz wurde zunächst eine Datei im Rasterformat berechnet, welches für jede Zelle die aufsummierten Kosten der nächsten Quelle zuweist (ADRIAENSEN et al. 2003). Dies läuft auf Basis eines sog. Knoten-Link Algorithmus: Der Mittelpunkt einer Zelle wird als Knoten betrachtet. Jeder Knoten verfügt über mehrere Links zu den Knoten (Mittelpunkten) der benachbarten Zellen. Die „Reisekosten“ leiten sich dann über die Anzahl der zu überwindenden Zellen unter Berücksichtigung der Bewegungsrichtung ab. Jede Zelle verfügt über einen bestimmten Kostenwert, der im Bezug zur Größe dieser Zelle steht (vgl. ADRIAENSEN et al. 2003). Bei der Kostenberechnung werden drei verschiedene Methoden verwendet: Benachbarte Knotenkosten, kumulativ senkrechte Kosten, diagonale Knotenkosten (TRAUTWEIN et al. 2011). Logischerweise ist der kürzeste Weg nicht immer der schnellste. Obendrein muss also auch noch die Hangneigung miteinbezogen werden, die beim Durchschreiten einer Reihe benachbarter Zellen möglicherweise gegeben ist. Für unsere Untersuchung wurde folgende Zeitkorrekturwerte in Abhängigkeit der Steigung gewählt (s. Tabelle 2).

Tabelle 2: Ableitung von Zeitkorrekturwerten aufgrund der Steigung im Gelände bei der Überwindung von Strecken (nach BALSTRØM 2002) (*hier wird kein Zeitwert angegeben, da hier davon ausgegangen wird, dass diese steilen Zellen nicht durchschritten, sondern umgangen wurden)

Steigung in %	0-12	12-20	20-25	25-29	29-30	>30
Zeit in Sekunden	8	10	12	14	16	—*

Auf Basis der Werte aus der Tabelle 2 wurde ein Raster zur Ableitung der Hangneigungen bzw. Steigungen auf Grundlage des DGM neu berechnet und für jede Zelle des DGM danach reklassifiziert.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Sichtachsenanalyse

Die Ergebnisse zur Auswertung der Sichtachsen lassen sich am besten kartographisch darstellen, dazu sollte Abbildung 4 betrachtet werden. Von dem Standort aus dem Beispiel (Skalistoye 1) lassen sich vor allem die nordöstlich und südwestlich angrenzenden Bereich erkennen. In Richtung Nordwest und Nord lässt sich aufgrund des in der Karte gut erkennbaren Hügels von der Fundstelle aus nicht viel sehen.

Insbesondere ist bei der Auswertung interessant, welche Flächen(-größen) jeweils von den Fundstellen aus überblickbar waren. Somit lässt sich eine Klassifizierung der Fundstellen durchführen, aus der dann unterschiedliche Qualitäten in Bezug zur Größe der sichtbaren Flächen von einem Besiedlungsort ermittelbar sind. Umso größer eine überblickbare Fläche ist, umso eher ergeben sich strategische Vorteile für den ehemaligen Bewohner, beispielsweise bei Jagdinteressen. Auf der anderen Seite erhöht eine bessere Übersicht des Besiedlungsortes auch die Gefahr, selbst besser für Feinde sichtbar zu sein.

Eine Einteilung in die verschiedenen Fundstellentypen bezüglich der Sichtbarkeitsqualität der jeweiligen Flächen(größen) ermöglicht die Abbildung 5.

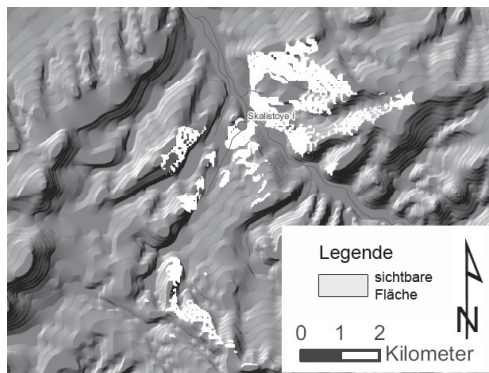


Abb. 4: Sichtbare Bereiche (in weiß) aus dem Blickwinkel der Fundstelle Skalistoye I (runder, mittelgrauer Punkt im oberen Zentrumsbereich des Bildes)

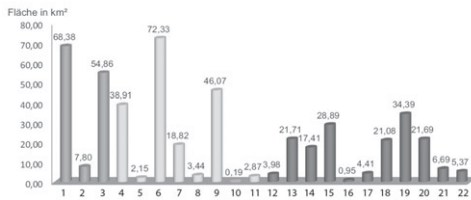


Abb. 5: Flächengrößen der Sichtbarkeit in Bezug zu verschiedenen Fundstellentypen (Ziffern 1-3: Starosele, 4-11: Kabazi, 12-22: Jungpaläolithische Fundstellen)

Es lässt sich feststellen, dass von den Fundstellen Flächengrößen zwischen 0,19 und ca. 72 km² überblickt werden konnten. Außer der Tatsache, dass im Durchschnitt von den meisten jungpaläolithischen Fundstellen im Vergleich zu den mittelpaläolithischen Fundstellen zumeist geringere Flächengesamtgrößen einsehbar waren (Abb. 5), lassen sich keine weiteren Schlussfolgerungen ziehen, die einen Zusammenhang zwischen Sichtbarkeitspotenzial und Besiedelungsart der Fundorte erkennen lassen. Eine Unwägbarkeit mag in diesem Zusammenhang sein, dass die jungpaläolithischen Fundstellen im Vergleich zu den anderen Fundstellen häufig in einer geringeren absoluten Höhe über NN liegen.

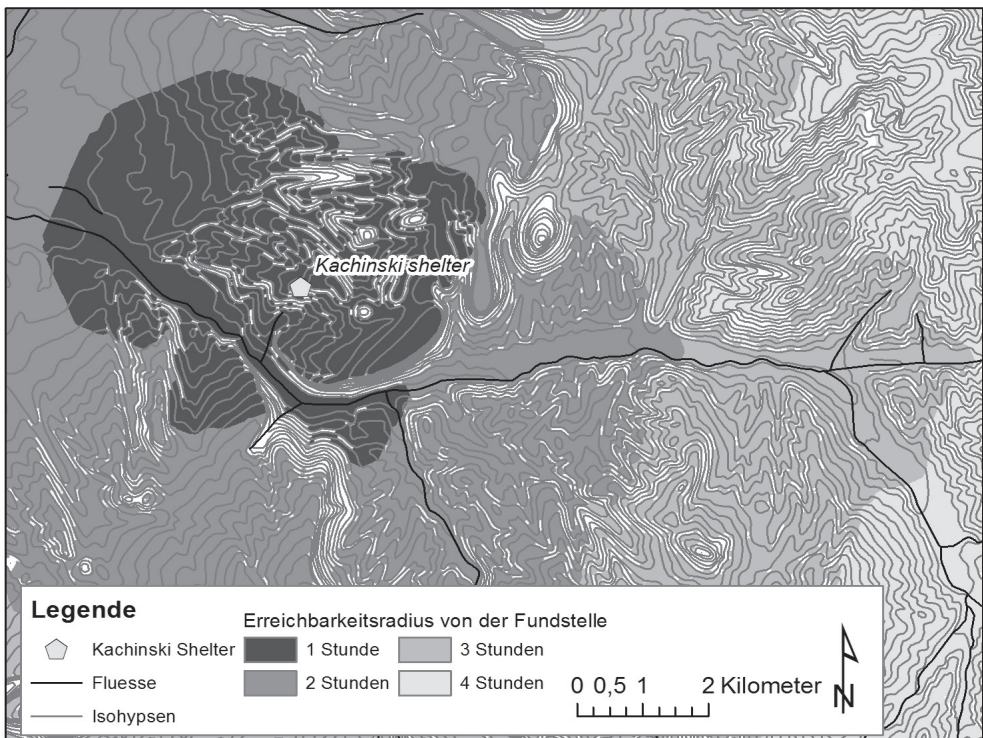


Abb. 6: Ausschnitt aus der Karte zur Erreichbarkeit (Richtung Osten) der umliegenden Regionen von der Fundstelle *Kachinski Shelter*

3.2 Kosten-Distanz-Analyse

Abbildung 6 zeigt im Überblick, in welcher Zeit (Stunden) bestimmte (in der Karte sichtbare) Bereiche von der Fundstelle aus erreichbar sind. Sehr deutlich wird, dass der Aktionsradius des frühen Siedlers geringer wird, wenn die Geländeverhältnisse schwieriger zu überwinden sind. Besonders gut sichtbar wird dies im Bereich der Schichtstufe (Abb. 6), östlich der hier gezeigten Fundstelle *Kachinski shelter*. Somit ergibt sich für jede Fundstelle eine unterschiedliche Erreichbarkeitsqualität von bestimmten Rohstoffen (wie Werkzeugen oder Holz) oder Nahrungsmittel bzw. Wasser. Um zu ergründen, ob die Fundstellen unterschiedlichen Siedlungstyps auch möglicherweise unterschiedliche Erreichbarkeitszeiten mit sich bringen, wurde die Anzahl der von einem Siedlungstyp in der jeweiligen Zeitspanne (1, 2, 3 oder 4 h) erreichbaren Rohstoffvorkommen aufsummiert und durch die Anzahl der Fundstellen des Siedlungstyps dividiert (Abb. 7).

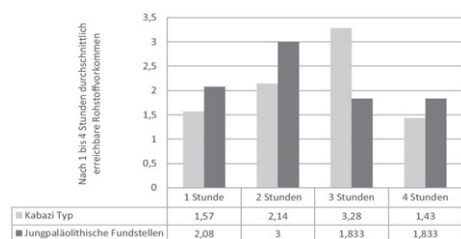


Abb. 7:

Zeiten der Erreichbarkeit der Rohstoffvorkommen von den Fundstellen unterschiedlichen Typus (hier Kabazi-Typ und Jungpaläolithikum) aus

Es zeigt sich doch recht deutlich, dass von den Fundstellen des Kabazityps durch einen Fußmarsch von 1, 2 oder 4 Stunden weniger Fundstellen erreicht werden konnten, als dies für den modernen Menschen des Jungpaläolithikums möglich war. Nur in einer zeitlichen Entfernung von ca. 3 Stunden Wegstrecke konnten hier die älteren Besiedler schneller an Rohstoffe kommen. Es lässt sich die Vermutung aufstellen, dass die Jungpaläolithiker über mehr Wissen um die Lage von Rohstoffstandorten verfügten und daher ihre Siedlungsorte näher zu diesen Quellen errichtet haben.

4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Diese ersten Auswertungen zur Analyse der Sichtbarkeit von Geländebegebenheiten im Umfeld der einzelnen Fundstellen zeigen, dass mit der GIS-Technik hier sehr schnell räumlich quantitative Aussagen getroffen werden können. Auf der Basis der Sichtbarkeitsanalysen können dann die Archäologen Vergleiche zwischen den verschiedenen (einzelnen) Fundstellen, sowie auch zwischen verschiedenen Fundstellenklassen hinsichtlich der Sichtbarkeitsqualität herstellen. Somit kann einerseits besser verstanden werden, ob für die Siedlungsstrategien der früheren Bewohner bei der Auswahl Ihrer Behausungen diese Sichtbarkeit eine kleinere oder größere Rolle gespielt hat. Auf der anderen Seite kann sich die archäologische Forschung mit dem Ziel der Rekonstruktion der Lebensbedingungen dieser frühen Siedler ein besseres Bild machen, unter welchen Einflüssen, bezüglich der Sichtbarkeit von entfernten Objekten aber auch der eigenen Sichtbarkeit (Gefahr des Entdeckt-Werdens), der Frühmensch leben musste.

Die Grundlage des Handlungsimpulses für einen Menschen, einen Standort zur Nahrungs- oder Rohstoffbeschaffung aufzusuchen, ist zunächst die Frage der Sichtbarkeit dieser potenziell erreichbaren Objekte. Daher sollte – wie in dieser Studie – als erster Schritt vor der Erreichbarkeitsanalyse auch die Sichtachsenanalyse durchgeführt werden. Es ist davon auszugehen, dass auch Frühmenschen zur Überwindung der Strecke vom Siedlungsplatz zu etwaigen Rohstoff- oder Nahrungsquellen eine Abwägung zum Aufwand für das Erreichen dieser Ziele durchgeführt haben. Die dazu nötige GIS-gestützte Erreichbarkeitsanalyse mit quantitativ räumlichen Verfahren unter Berücksichtigung des Geländemodells der Region erlaubt hier eine qualitativ hochwertige Aussage. Denn es kann konkret dargestellt werden, welche Mühen (vermutlich) tatsächlich die früheren Bewohner auf sich genommen haben, um an die begehrten Quellen zu kommen.

Es muss natürlich erwähnt werden, dass gewisse Unsicherheiten bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen sind. Zum Einem müsste geklärt werden, welche Abtragungsraten im Gelände vom Mittelpaläolithikum bis heute geherrscht haben. Es ist nämlich davon auszugehen, dass sich dem Frühmenschen an vereinzelt Stellen eine andere Geländesituation bot, als dies die Basis des heutigen Geländemodells ergibt. Möglicherweise lag gerade die Erreichbarkeit der Wasserressourcen an den Flüssen näher zu den Fundstellen, als dies heute der Fall ist. Bei den Werkzeugen (Feuersteine) hat sich bezüglich der Horizontalstanz vermutlich kaum etwas geändert. Daher muss an der Rekonstruktion der Geländegestalt sicher noch gearbeitet werden, was in dem genannten Forschungsvorhaben auch vorgesehen ist. Auch hier kann die GIS-Technik einen großen Beitrag leisten.

Ein Desiderat wäre das Vorhandensein einer größeren Anzahl von Fundstellen unterschiedlichen Typs im Untersuchungsgebiet, damit darauf aufbauend quantitativ präzisere Aussagen zum Zusammenhang von den in dieser Studie untersuchten Lebensbedingungen und der Art der Fundstelle gemacht werden kann. Das mögliche Auffinden weiterer Fundstellen kann auch hier wieder von der GIS-Technik unterstützt werden: Wenn bestimmte Regelmäßigkeiten der Charakteristik bisheriger Fundstellen im Zusammenhang mit der Reliefsituation (Exposition, absolute Höhe etc.) hergestellt werden können, kann dies als Grundlage für weitere Explorationen dienen. Auch eine erhöhte Dichte bei der Verbreitung von bestimmten dem Frühmenschen bereits bekannten Rohstoffquellen, welche mit einem GIS ideal analysiert werden kann, lässt die Vermutung nahe legen, dass hier weitere Siedlungsorte in der Nähe zu finden sein könnten.

Literatur

- ADRIAENSEN, F., CHARDON, J. P., DE BLUST, G., SWINNEN, E., VILLALBA, S., GULINCK, H. & MATTHYSEN, E. (2003), The application of 'least-cost' modeling as a functional landscape model. In: *Landscape and Urban Planning*, 64, 233-247.
- BALSTRØM, T. (2002), On identifying the most time-saving walking route in a trackless mountainous terrain. In: *Danish Journal of Geography*, 102. Kopenhagen.
- BOOS, S., HORNING, S. & MÜLLER, H. (2010), GIS-gestützte Modellierung historischer Besiedlungsstrategien. In: *Angewandte Geoinformatik 2010*, hrsg. von STROBL, J. et al. Wichmann, Berlin/Offenbach, 590-599.

- CHABAI, V. & UTHMEIER, T. (2006), Settlement Systems in the Crimean Middle Palaeolithic. In: CHABAI, V., RICHTER, J. & UTHMEIER, T. (Eds.), *Kabazi II: The 70 000 Years since the last interglacial, Palaeolithic Sites of Crimea*, 2, Simferopol – Köln, 297-359.
- CONOLLY, J. & LAKE, M. (2006), *Geographical Information Systems in Archaeology*. Cambridge.
- DROSS, K. (2006), Zum Einsatz von Geoinformationssystemen in Geschichte und Archäologie. In: *Historical Social Research*, 31 (3). Köln.
- JENNESS, J., BROST, B. & BEIER, P. (2011), Land Facet Corridor Designer. http://www.jennessent.com/downloads/Land_Facet_Tools.pdf (25.01.2012).
- KLAMMT, A. & STEINERT, M. (2009), Slavs, Waters and GIS – Methods and Base Data to Search for Watercourses and Floodplains in a Meso Scale Study. In: *Nova Acta Leopoldina*, NF 98.360, 205-218.
- KLAMMT, A. (2007), Die slawische Besiedlung zwischen dem 8./9. und 13. Jh. Zwischen Schwinge und Peene im nordöstlichen Mecklenburg-Vorpommern. In: BIERMANN, F. & KERSTING, T. (Hrsg.), *Siedlung, Kommunikation und Wirtschaft im westslawischen Raum. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte*, 46, 185-189.
- KRAMM, H.-J. (1960), Die Halbinsel Krim. In: *Geographische Berichte*, 5. Berlin.
- MISCHKA, D. (2007), Methodische Aspekte zur Rekonstruktion prähistorischer Besiedlungsmuster: Landschaftsgenese vom Ende des Neolithikums bis zur Eisenzeit im Gebiet des südlichen Oberrheins. In: *Freiburger archäologische Studien*, 5. Rahden/Westf.
- MOORE, I. D., GRAYSON, R. B. & LADSON, A.R. (1991), Digital terrain modeling: A review of hydrological, geomorphological, and biological applications. In: *Hydrological Processes*, 5, 3-30.
- PATTERSON, J. J. (2008), Late Holocene Land Use in the Nutzotin Mountains: Lithic Scatters, Viewsheds, and Resource Distribution. In: *Arctic Anthropology*, 44.2, 114-127.
- TRAUTWEIN, F., FISLER, J., HUGENTOBLER, M., LÜSCHER, P., WEIBEL, R. & HÄGI, S. (2011), Geländeanalyse, In: GITTA (Geographic Information Technology Training Allinace), Zürich. <http://gitta.info/TerrainAnaly/de/text/TerrainAnaly.pdf> (15.01.2012).
- UTHMEIER, T., ICKLER, S. & KURBJUHN, M. (2008), Site Catchment Analysis in the Late Middle Palaeolithic of Crimea: a GIS Based Approach. In: CHABAI, V. P., RICHTER, J. & UTHMEIER, T. (Hrsg.), *Kabazi V: Interstratification of Micoquian and Levallois-Mousterian camp sites. Part II. The Palaeolithic Sites of Crimea*, 4. Simferopol – Köln.