

Wie viele Bandkeramiker lebten 5.060 v. Chr.?

Techniken Geographischer Informationssysteme zum Schätzen von Bevölkerungsdichten

Andreas Zimmermann und Karl Peter Wendt

Das Projekt Rhein-LUCIFS, gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, hat die Frage zum Thema, wie das Flußsystem des Rheins mit seinen Elementen Wasser- und Sedimentfluß auf die Beeinflussung von Mensch und Klima reagiert. Die Arbeiten sind Teil internationaler Untersuchungen von großen Flußsystemen, wie Jangtse, Amazonas und Mississippi. Solche Flußsysteme reagieren zwar langsam, aber deutlich auf Veränderungen. Der Rhein bildet mit seiner landschaftlich vielfältigen Ausgestaltung und seiner schon seit dem 6. Jahrtausend v. Chr. einsetzenden Beeinflussung durch die landwirtschaftlichen Aktivitäten des Menschen ein ideales Forschungsfeld für die genannten Fragestellungen.

Die archäologische Arbeitsgruppe am Kölner Institut für Ur- und Frühgeschichte beschäftigt sich mit der Entwicklung von Methoden, die archäologisches und archäobotanisches Wissen aus verschiedenen Quellen unterschiedlicher geographischer Maßstabebenen in Beziehung zueinander setzt. Diese Bezüge führen zu generalisierten, unmittelbar historisch interpretierbaren Größen. Von der Bevölkerungsdichte, einer für diese Fragestellung zentralem Maß, hängt die Größe der Nutzflächen und so auch die Einschätzung des Wald-Offenlandverhältnisses ab. Diese Werte sollen für die Analyse langer Zeitreihen in Bezug auf die von den geographischen Teilprojekten erarbeiteten Daten zu Sediment- und Stoffflüssen herangezogen werden. Für ausgewählte Zeitscheiben kann die Bevölkerungsdichte auf Grund der archäologischen Daten geschätzt werden. Für die dazwischen liegenden Zeiträume soll mit diesen Informationen und den Ergebnissen der Pollenanalyse die Intensität der menschlichen Umweltbeeinflussung interpoliert werden. Im Folgenden werden erste Ergebnisse aus der Zeit der Linearbandkeramik, der ältesten Bauernkultur in Mitteleuropa vorgestellt, die in der Rheinischen Bucht zwischen 5.300 – 5.000 v. Chr. existierte.

Die für die Untersuchung notwendigen Daten müssen auf verschiedenen, hierarchisch gegliederten Skalenniveaus erhoben und die auf einer niedrigeren Skala gewonnenen Informationen auf eine höhere transformiert werden. Darunter verstehen wir in Anlehnung an die Kollegen der physischen Geographie Prozesse des sog. Aufwärtsskalierens (Abb. 1). In unserem Fall werden Siedlungsart und -größe sowie ihre chronologische

Differenzierung von kleinen gut untersuchten Gebieten auf größere naturräumlich vergleichbare Regionen übertragen. Andersartige Informationen, die auf höherem Skalenniveau vorliegen, müssen zur Modellierung auf niedrigerer Skale herangezogen werden. Der entsprechend benannte Prozess des Abwärtsskalierens zieht Informationen, wie zum Beispiel unser Wissen über Ausbreitungsrichtungen archäologischer Kulturen heran, um sie bei regional differenzierten Schätzungen zur Bevölkerungsdichte zu berücksichtigen.

Auf der Grundlage gut beobachteter sog. „Schlüsselgebiete“ mit einer Größe von 20-400 km² kann für die Zeit der Bandkeramik die Anzahl von Häusern pro Quadratkilometer bestimmt werden. Die Einführung von Arealen dieser Größenordnung ist deshalb notwendig, weil in nicht naturräumlich abgegrenzten Siedlungskammern die maximale zur Verfügung stehende Nutzungsfläche nur durch die Nachbarschaften der nächsten Siedlungsgruppen ermittelt werden kann. Das Errechnen von Thiessenpolygonen ist die Methode, um nachvollziehbare, allerdings schematisierte Territorien zu bilden. Im vorliegenden Fall sind die Schlüsselgebiete die östliche Aldenhovener Platte im Rheinland zwischen Köln und Aachen und die Mörlener Bucht nördlich von Frankfurt a.M.

Größere Gebiete mit mehr als wenigen Hundert Quadratkilometern Flächeninhalt können mit den vorhandenen Ressourcen nicht mit entsprechender Genauigkeit untersucht werden. Auf dem Niveau solcher großräumiger archäologischer Verbreitungskarten (ab 1.000 km²) sind Fundplatzdichten mit Hilfe von Isolinen darzustellen. Auf diesem Skalenniveau wird der GESCHICHTLICHE ATLAS der Rheinlande genutzt, dessen Karten ein Gebiet von ca. 32.000 km² erfassen und alle Perioden der Urgeschichte vom Paläolithikum bis zum Ende der römischen Kaiserzeit berücksichtigen (BOSINSKI 1997; CÜPPERS 1985; JOACHIM 1997; RICHTER 1997). Auf der Grundlage einer einheitlichen Kartierung ergibt sich hier die Möglichkeit, innerhalb der einzelnen Zeitscheiben die Fundplatzdichten in unterschiedlichen Landschaften zu vergleichen. Damit gehen in die Analysen so verschieden ausgestattete Naturräume wie die Rheinischen Lößböden, das Moseltal, die Eifel oder das Bergische Land ein.

Das mittlere Merzbachtal ist ein charakteristisches und archäologisch gut erforschtes Untersuchungsge-

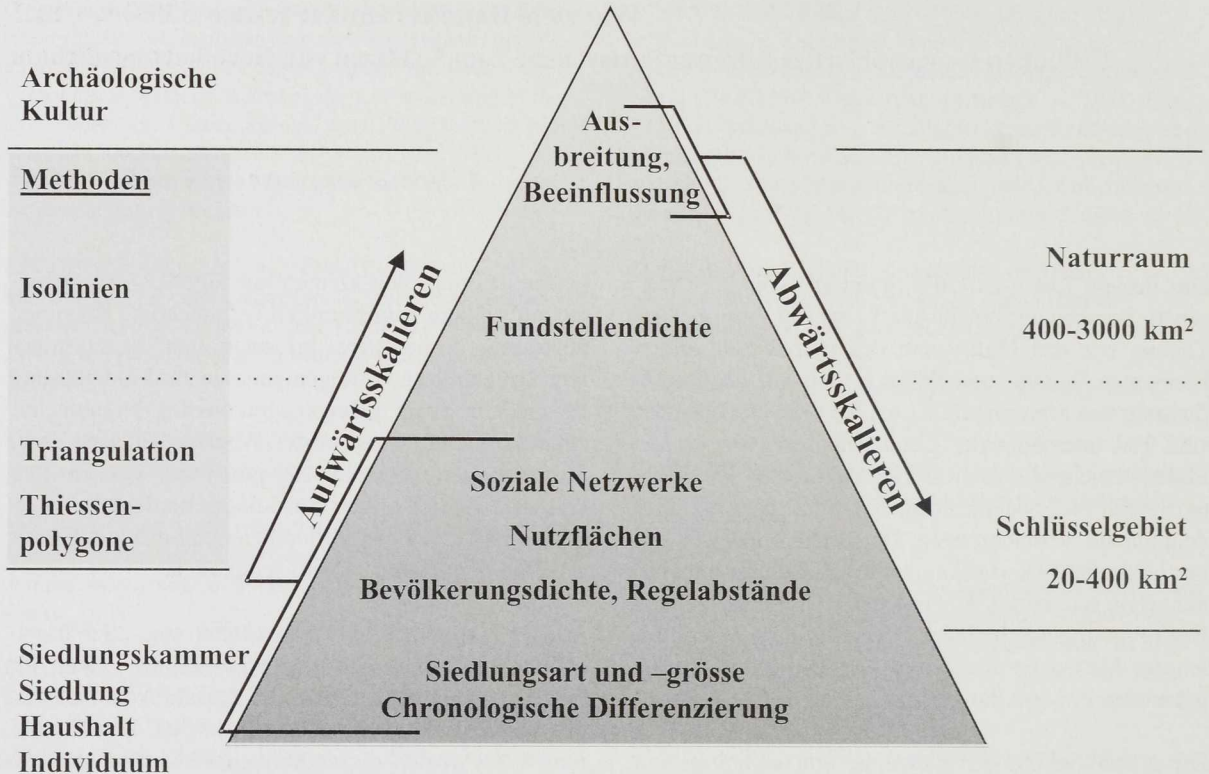


Abb. 1 Rhein-LUCIFS. Hierarchie und Struktur der Skalen, Daten und Methoden.

biet. In den 1970er Jahren wurde es durch das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Projekt der Universität zu Köln „Siedlungsarchäologie der Aldenhovener Platte“ flächendeckend untersucht und sechs Siedlungsstellen der Linearbandkeramik nahezu vollständig ausgegraben (z.B. BOELICKE 1982; 1988; MÜNCH 1999). Für unsere Untersuchungen liefert es auf dem Skalenniveau der Siedlung, Siedlungsgruppe oder Gräberfeld chronologisch differenzierte Daten zu Größe und Art der Fundstellen, zur jeweiligen Anzahl der Häuser oder der bestatteten Individuen.

Über Thiessenpolygone können Werte wie die maximal zur Verfügung stehende Nutzflächengröße erschlossen werden (Abb. 2). In Verbindung mit den archäologisch gewonnenen Daten (Zahl der gleichzeitigen Haushalte und Annahmen zur Anzahl ihrer Bewohner) können Schätzungen zum Anteil der Feldflur und anderen Bereichen an der insgesamt zur Verfügung stehenden Fläche vorgenommen werden (ZIMMERMANN 2003). Diese Daten lassen sich auf das Schlüsselgebiet östliche Aldenhovener Platte übertragen. Dieses Gebiet hat eine Fläche von 150 km², auf denen die gleichen naturräumlichen Verhältnisse existieren wie im Merzbachtal, das eine Teillandschaft der Aldenhovener Platte ist. Als methodisches Beispiel dient hier eine Zeitscheibe mittlerer Bevölkerungsdichte in der späten Bandkeramik zwischen 5.075 und 5.050 v. Chr. Zu diesem Zeitpunkt existierten auf einer Flä-

che von 38,34 km² 41 Häuser, d. h. 1,1 Haushalte pro km² (Abb. 2).

In der Mörlener Bucht (Abb. 3) wurde im Rahmen eines Projektes der Universität Frankfurt am Main ein Gebiet von 28 km² archäologisch erfaßt (SCHADE 2001). Für die Auswertung gelten hier ähnliche, aber nicht ganz so vorteilhafte Voraussetzungen wie auf der Aldenhovener Platte. So ist die Größe der Siedlungsplätze durch intensive Begehungen und die Anzahl der Häuser durch Magnetometerprospektionen bekannt. Auch die zeitliche Dauer der Siedlungen kann durch die datierten Oberflächenfunde erschlossen werden. Aber die einzelnen Häuser lassen sich nicht unmittelbar datieren, so daß sie schematisch auf den durch die Oberflächenfunde belegten Zeitraum aufgeteilt werden müssen.

Auch in der Siedlungsstruktur unterscheidet sich die Mörlener Bucht von der östlichen Aldenhovener Platte. So lassen sich dort geringere Abstände zwischen kleineren Siedlungen als im Rheinland beobachten. Die durch Thiessenpolygone umfaßte Fläche beträgt hier 27,7 km². Die Zahl der Haushalte muß in Folge der fehlenden chronologischen Differenzierung gemittelt werden. So kommen 22 gleichzeitig mögliche Haushalte zustande. Es entfallen also 0,8 Haushalte auf den Quadratkilometer – ein Wert, der dem auf der Aldenhovener Platte nahezu entspricht.

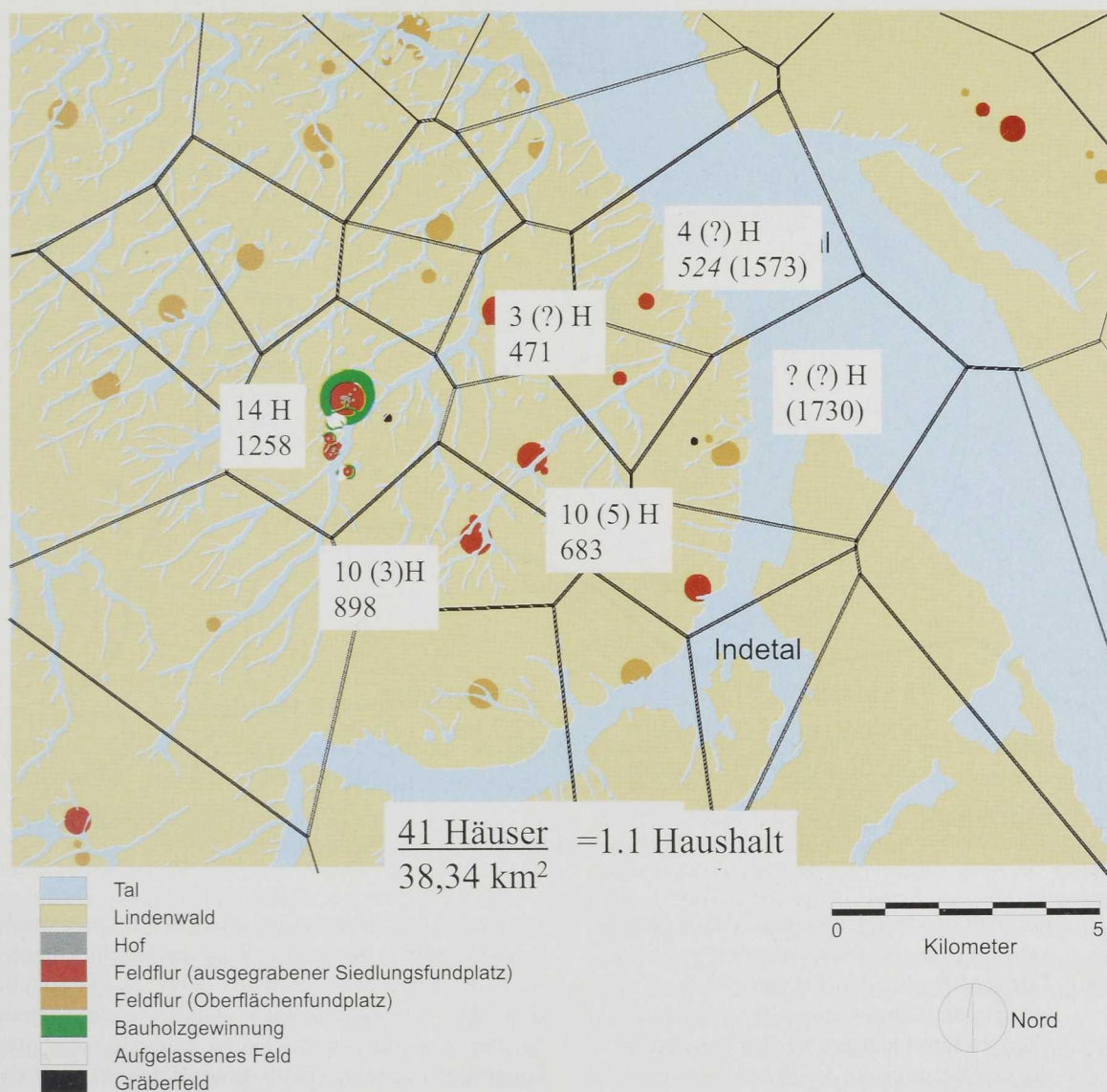


Abb. 2 Rhein-LUCIFS. Bandkeramik im mittleren Merzbachtal: Hausgeneration X. Anzahl der wahrscheinlichen Haushalte, ausgegrabene Häuser in Klammern, zugehörige Fläche in ha.

Um die Ergebnisse aus den Schlüsselgebieten auf eine höhere Maßstabsebene zu übertragen, haben sich Isolinienkarten der Fundplatzdichten bewährt. Der hier eingeschlagene Lösungsweg ist das Ergebnis einer Lehrveranstaltung von Andreas Zimmermann Anfang der 1990er Jahre, damals am Seminar für Vor- und Frühgeschichte der Universität in Frankfurt a.M. und ist seitdem technisch verbessert worden.

Zur Erstellung der Isolinienkarten werden zwischen den benachbarten Fundstellen die jeweils größten Fundlücken – der „größte leere Kreis“ (PREPARATA & SHAMOS 1988, 256 ff. sowie 207, Fig. 5.18) – bestimmt (Abb. 4). Zu jeweils drei benachbarten Siedlungen existiert ein Knotenpunkt der Thiessenpolygone, dessen Abstand zu allen drei Siedlungen gleich groß ist.

Im Kreis um den Knotenpunkt mit diesem Radius liegen keine weiteren Fundplätze. Der Radius dieses Kreises mißt die maximale Größe der Fundlücken.

Die notwendigen Arbeitsgänge sollen hier nun kurz vorgestellt werden.

1. Erstellung von Thiessenpolygonen zu den Fundstellen.
2. Extraktion der Polygonknotenpunkte und Speicherung in einer Rasterbilddatei, in der die Pixel auf den Koordinaten der Polygonknotenpunkte den Wert 1 haben, während alle anderen Pixel den Wert 0 besitzen.
3. Mit der Distanzfunktion werden radial von den Fundplätzen ausgehend Distanzwerte

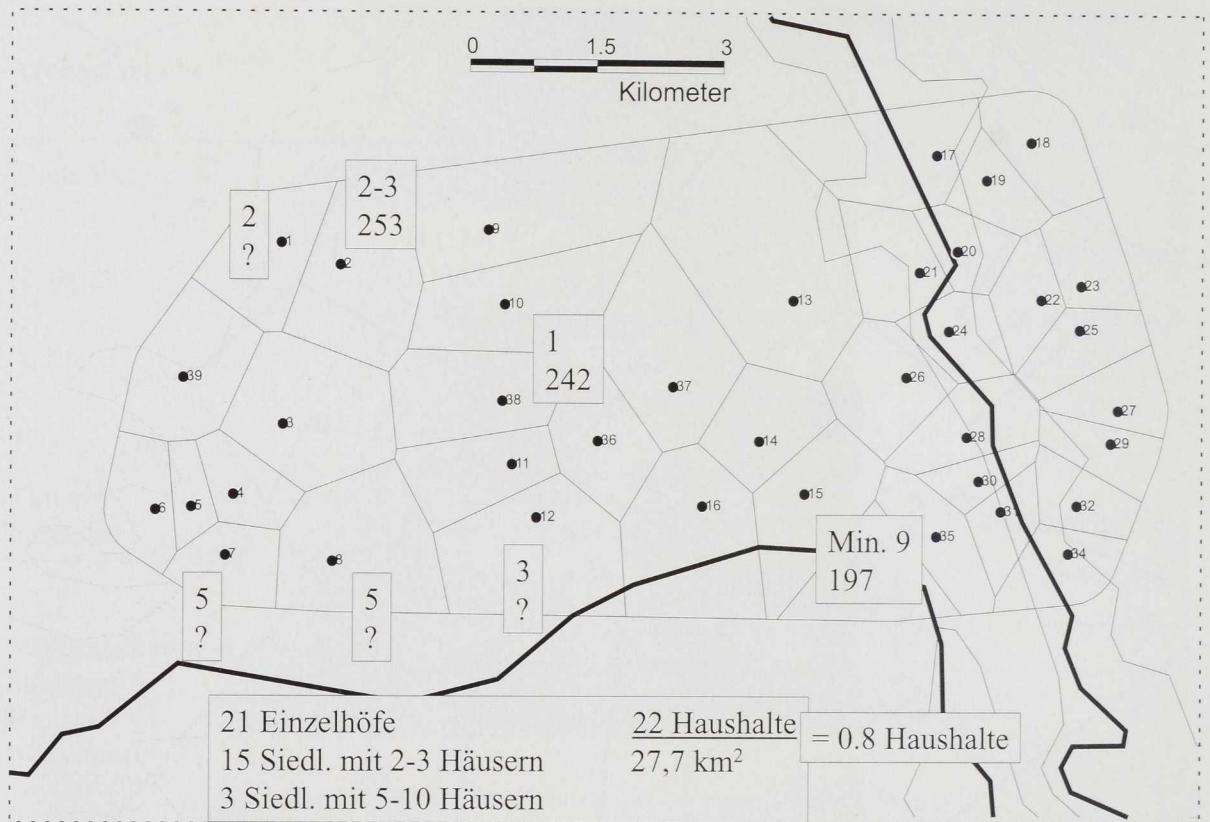


Abb. 3 Rhein-LUCIFS. Bandkeramik in der Mörlener Bucht. Anzahl der wahrscheinlichen Haushalte, durch Magnetik festgestellte Häuser in Klammern, zugehörige Fläche in ha (nach SCHADE 2001).

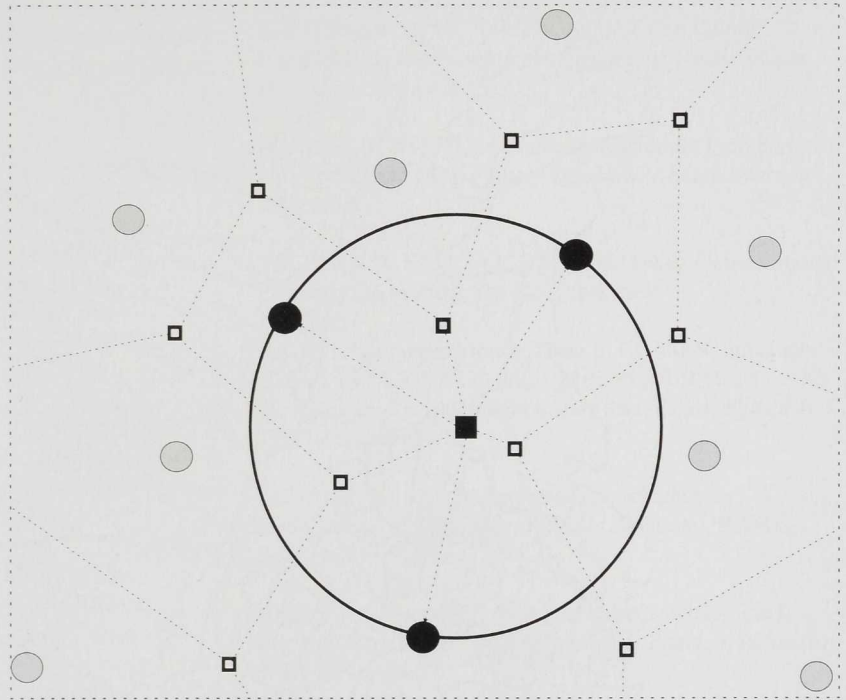
4. Durch Multiplikation der den gleichen Kartenausschnitt umfassenden, deckungsgleichen Rasterbilddateien werden den Pixeln auf den Koordinaten der Polygonknotenpunkte die entsprechenden Distanzwerte zugewiesen.
5. Die Isolinien werden mit der Methode des einfachen „Kriging“ ermittelt (HAAS & VIALIX 1976). Um den unterschiedlichen Feinstrukturen der Daten und ihrem lokal gehäuften Auftreten zu entsprechen, hat es sich bewährt, alle Richtungen im Variogramm gemeinsam zu behandeln. Das ist möglich, da die Daten keine richtungsabhängigen Eigenschaften besitzen, d.h., sie besitzen eine isotrope Datenstruktur. Um die Interpolation möglichst nah an die Daten anzupassen, wird die Größe „sill“ auf die Höhe des ersten Plateaus gedrückt, wenn mehr als eine Zone im Variogramm horizontal verläuft und der Wert „range“ wird dem ersten Plateauanstieg genähert. Auf dieser Grundlage werden die Isolinien der Fundplatzdichte gebildet.

Als Ergebnis ist hier das Beispiel für die Linearbandkeramik auf der Kartengrundlage des geschichtlichen Atlas der Rheinlande zu sehen (Abb. 5). Dargestellt sind drei Fundplatzdichten: Die Konzentrationen werden von einer gestrichelten Linie (58 % aller Fundplätze liegen innerhalb dieses Bereichs), intensiv besiedelte Räume von einer durchgezogenen Linie umfahren (86 % aller Fundplätze) und die Randzone des Siedlungsgebietes mit einer gepunkteten Grenze dargestellt. Die Isolinien grenzen Areale nach außen ab, innerhalb derer die maximalen Abstände zwischen benachbarten Fundstellen die gewählten Schwellenwerte nicht überschreiten.

Die Abbildung zeigt deutlich die Unterschiede zwischen Konzentrationen, intensiv und maximal genutzten Räumen. Auffallend ist die relativ gute Übereinstimmung der durchgezogenen Isolinien mit den dünner umrandeten Naturräumen dritter Ordnung. Sie wurden in den 1960er Jahren zusammenfassend von MEYNEN et al. (1962) für ganz Deutschland klassifiziert.

Aufmerksamkeit verdienen Problemzonen, in denen die Isolinien nicht mit den Naturraumgrenzen zusammenfallen. Beispiele sind die Lücke entlang des Rothbachs und der Erft in der Zülpicher Lößbörde

Abb. 4
Rhein-LUCIFS. Schematische Darstellung des „Largest Empty Circle“. Graue Punkte stellen Siedlungen, die gestrichelten Linien die Grenzen der Thiessenpolygone und die offenen Quadrate deren Knotenpunkte dar. Das schwarze Quadrat in der Mitte kennzeichnet den Polygonknotenpunkt, der zu den nächsten drei Siedlungen (schwarze Punkte) jeweils den gleichen Abstand besitzt (schwarze Pfeile). Der Kreis umfährt die so definierte siedlungsfreie Fläche.



oder die auffallend geringe Siedlungsdichte in den westfälischen Börden. Nach Erklärungen für diese Phänomene wird sowohl im Bereich kultureller Ausbreitungsmechanismen, als auch in Besonderheiten der naturräumlichen Ausstattung gesucht. Naturräumliche Ausstattung und die aus Pollendiagrammen ableitbare Größe *Human Impact* sind außerdem geeignet, die auf Grund archäologischer Daten ermittelten Ergebnisse zu überprüfen.

Die generalisierende Darstellungsweise mit Isolinien trägt auch der geringeren räumlichen Auflösung großmaßstäblicher Kartierungen Rechnung und federt Unvollständigkeiten in den Daten ab. Die bisherigen, ausgedehnten Rechenexperimente haben gezeigt, daß diese Darstellungstechnik solchen Problemen gegenüber ausgesprochen robust ist.

Ausschlaggebend für die absolute Anzahl der Haushalte ist die Größe der durch Isolinien umgrenzten Flächen. Sie beträgt für die Konzentrationen ca. 927 km² und für die intensiv genutzten Räume ca. 3.469 km².

Bei einer Übertragung der bandkeramischen Besiedlungsdichte von etwa einem Haushalt pro Quadratkilometer aus den Schlüsselgebieten (Aldenhovener Platte, Mörlener Bucht) auf den Kartenausschnitt des geschichtlichen Atlas der Rheinlande, sind innerhalb der drei Kilometer-Isolinie 927, innerhalb der fünf Kilometer-Isolinie 3.469 Haushalte in der Mitte des 51. Jh. v. Chr. zu erwarten.

Momentan gehen wir davon aus, daß die Haushaltsdichte in den Schlüsselgebieten schematisch auf die

gesamte Zone innerhalb der fünf Kilometer-Isolinie übertragbar ist und die Werte der Konzentrationen das Minimum bandkeramischer Siedlungsfläche darstellen.

Bei einer Verfeinerung des Ansatzes könnte man in Zukunft für den intensiv besiedelten Bereich mit einer geringeren Haushaltsdichte als in den Konzentrationen rechnen, weil sich schon jetzt zeigen läßt, daß einige naturräumliche Einheiten sechster Ordnung innerhalb des Areals völlig (Tal der Rur) oder weitgehend fundfrei sind (Tal der Erft).

Setzt man, wie LÜNING (1988, Anm. 33) vorschlägt, sechs Personen pro Haushalt ein, kommt man für den gesamten Kartenausschnitt des geschichtlichen Atlas der Rheinlande auf eine maximale Bevölkerungsdichte von 0,65 E/km².

Es ist das Ziel, solche Schätzungen für weitere Zeitscheiben zu erarbeiten. Testläufe für die vorrömischen Metallzeiten und die römische Kaiserzeit zeigen, daß dies grundsätzlich möglich ist, aber weitergehende Differenzierungen in der Quellengattung, d.h. zwischen Siedlungen und Gräbern, in der Chronologie und im Raumbezug, d.h. zwischen Mittelgebirgszone und Lößböden, erforderlich sind.

Im Zusammenhang mit dem LUCIFS-Projekt sind regional differenzierte Schätzungen zur Bevölkerungsdichte und die daraus resultierende Größe der Nutzflächen die benötigte Zielvariable, denn die entwaldeten Flächen steuern maßgeblich den Wasserhaushalt und das Erosionspotential mit. Darüber hinaus beinhalten die Schätzungen zu regional differenzierter Bevölkerungsdichte Informationspotential, das für weitere



Abb. 5 Rhein-LUCIFS. Isolinien der Fundstellendichte. Linearbandkeramik im Kartenausschnitt des geschichtlichen Atlas der Rheinlande (RICHTER 1997). Die Konzentrationen werden von einer gestrichelten Linie (58 % aller Fundplätze liegen innerhalb dieses Bereichs), intensiv besiedelte Räume von einer durchgezogenen Linie umfahren (86 % aller Fundplätze) und die Randzone des Siedlungsgebietes mit einer gepunkteten Grenze dargestellt. Die Tagebaue Garzweiler, Hambach und Inden sind dunkelgrau gerastert, der Hambacher Forst schwarz unterlegt.

Kernfragen prähistorischer Untersuchungen nutzbar ist: Wirtschaftsweise, die sozialen Verhältnisse und das Verständnis der Weltordnung sind Bereiche mit engem Bezug zur Bevölkerungsdichte.

Literatur

- BOELICKE, U., DREW, R., ECKERT, J., GAFFREY, J., LÜNING, J., SCHWELLNUS, W., STEHLI, P. & A. ZIMMERMANN (1982) Untersuchungen zur Neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte XII. *Bonner Jahrb.* 182, 1982, 307-324.
- BOELICKE, U., von BRANDT, D., LÜNING, J., STEHLI, P. & A. ZIMMERMANN (1988) Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 8, Gem. Aldenhoven, Kr. Düren. *Rhein. Ausgr.* 28. Köln 1988.
- BOSINSKI, G. & J. RICHTER, unter Mitarbeit von E. CLAßEN (1997) Paläolithikum und Mesolithikum. Geschichtlicher Atlas Rheinlande. *Beiheft II/1*. Köln 1997.
- CÜPPERS, H. & Ch.B. RÜGER (1985) Römische Siedlungen und Kulturlandschaften. Geschichtlicher Atlas der Rheinlande. *Beiheft III/1-III/2*. Köln 1985.
- HAAS, A.G. & J.R. VIALIX (1976) Krigeage applied to geophysics, the answer to the problem of estimates and contouring. *Geophysical Prospecting* 24, 1976, 49-69.
- JOACHIM, H.-E. (1997) Bronze- und Eisenzeit. Geschichtlicher Atlas der Rheinlande. *Beiheft II/3.1-II/3.4*. Köln 1997.
- LÜNING, J. (1988) Frühe Bauern in Mitteleuropa im 6. und 5. Jahrtausend v. Chr. 6. Theodor Mommsen-Vorlesung. *Jahrb. RGZM* 35, 1988, 27-93.
- MEYNEN, E., SCHMITHÜSEN, J., GELLERT, J., NEEF, E., MÜLLER-MINY, H. & H.J. SCHULTZE (1962) Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Bad Godesberg 1962.
- MÜNCH, U. (1999) Zur Siedlungsstruktur der Flombornzeit auf der Aldenhovener Platte. *Ungedruckte Magisterarbeit Köln* 1999.
- PREPARATA, F.P. & M.I. SHAMOS (1988) Computational geometry: an introduction New York 1988.
- RICHTER, J., unter Mitarbeit von E. CLAßEN, mit einem Beitrag von A.J. KALIS und J. MEURERS-BALKE (1997) Neolithikum. Geschichtlicher Atlas Rheinlande. *Beiheft II/2.1.2* Köln 1997.
- SCHADE, Ch. (2001) Besiedlungsgeschichte der Bandkeramik in der Mörlener Bucht, Wetterau (BBM). *Dissertation Frankfurt* 2001.
- ZIMMERMANN, A. (2003) Landschaftsarchäologie I. Die Bandkeramik auf der Aldenhovener Platte. *Berichte der RGK* 83, 2002, 2003, 17-38.

Prof. Dr. Andreas Zimmermann

und

Dr. Karl Peter Wendt

Universität zu Köln

Institut für Ur- und Frühgeschichte

Weyertal 125

D - 50923 Köln