

Arbeitsberichte zur Bodendenkmalpflege in Brandenburg 7

Einsichten
Archäologische Beiträge für den
Süden des Landes Brandenburg 2000

Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum

Wünsdorf 2001

Aufnahme und Darstellung von Hochäckern in Cottbus-Sielow unter Einsatz moderner Mess- und Auswertemethoden

Betrachtet man die topographische Karte der Gemarkung Sielow (TK 10000; Abb. 1), so fallen deutlich die zahlreichen parallelen Geländestrukturen auf, die sich insbesondere in den Waldgebieten zeigen. Es handelt sich dabei - neben einigen Dünenzügen - um die langstreifigen Wölbäckerfluren der mittelalterlichen und neuzeitlichen Landnutzung, deren gute Erhaltung im Gelände den Landmessern als auffälliges topographisches Merkmal darstellenswert erschien. Bei gezielter Suche lässt sich vor Ort rasch feststellen, dass der Umfang an erhaltenen Flurrelikten in den lichten Kiefernforsten um Sielow noch weitaus höher ist, als man dies nach dem Kartenbild vermuten könnte. Diese Häufung unter Wald konservierter Flurrelikte und der auf den stadtnahen Flächen liegende Baudruck erzwingen eine bodendenkmalpflegerische Behandlung der Thematik.

Hoch- oder Wölbäcker setzten sich in mittelalterlicher Zeit mit der Entwicklung des Wendepfluges durch, dessen Arbeitsweise die Bearbeitung langer, schmaler Ackerstreifen begünstigte - die unproduktiven Wendevorgänge am Ende der Parzelle waren hier deutlich minimiert. Durch das „Pflügen zur Mitte“ entstand die typische gewölbte Form. Über die Auswirkungen des aufgewölbten Querschnitts auf den Ernteertrag durch Verbesserung der Sonneneinstrahlung, Konzentration von Nährstoffen und Drainageeffekte existieren unterschiedliche Auffassungen (*Beran/Hensel* 2000, 247; dagegen *Fries* 1995, 24). Die Breite der bearbeiteten Ackerstreifen war offenbar nicht streng normiert und änderte sich auch während der bis ins 19. Jahrhundert anhaltenden Nutzung der Langstreifenfluren, was zu nachträglichen Überformungen mittelalterlicher Flursysteme geführt haben kann (*Illig* 1999, 20).

Der mangelnde Kenntnisstand zu den mittelalterlichen Ackerfluren allgemein, aber auch zur regionalen Entwicklung erschwert es außerordentlich, wirksame Schutzkonzepte für die an Flurrelikten reiche Sielower Gemarkung zu entwickeln. In Anbetracht des bestehenden Entwicklungsdrucks erscheint es völlig abwegig, einen umfassenden Schutz für alle derartigen Strukturen zu erreichen. Um aber eine gezielte Auswahl der dringend zu schützenden Objekte und deren flächige Abgrenzung zu ermöglichen, müssen zwei Voraussetzungen erfüllt sein - es muss erstens eine umfassende Bestandsaufnahme der in der Gemarkung

Sielow noch vorhandenen Flurrelikte erfolgen, und es müssen zweitens wissenschaftliche Kriterien für die Schutzwürdigkeit dieser bisher eher vernachlässigten Quellengattung entwickelt werden (vgl. hierzu den Beitrag von *M. Agthe/D. Westendorf* in diesem Band). Ein wesentlicher Beitrag zu erstgenannter Forderung konnte im Jahr 2000 mit der tachymetrischen Aufnahme eines Testareals durch den Lehrstuhl für Vermessungskunde der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus geleistet werden, deren Ergebnisse nachfolgend vorgestellt werden.

Der Stand der elektronischen Tachymetrie

Für die dreidimensionale Bestimmung ausgewählter Punkte einer Geländeoberfläche werden seit geraumer Zeit elektronische Tachymeter verwendet. Die Geländepunkte werden dabei aufgesucht und mit einer Zieltafel/Reflektorkombination auf einem Prismenstab signalisiert. Die simultane Messung von horizontaler Richtung, Vertikalwinkel und Schrägstrecke ermöglicht die Punktbestimmung, wenn die Standpunktkoordinaten bekannt sind und außerdem mindestens eine Anschlussrichtung zu einem weiteren koordinierten Anschlusspunkt beobachtet wurde.

Die erste Generation elektronischer Tachymeter gestattete lediglich die elektrooptische Streckenmessung und deren digitale Anzeige. In einer weiteren Entwicklung konnten auch die Kreisablesungen elektronisch ermittelt und angezeigt werden. Diese Tachymeter erlaubten dann auch die Registrierung der beobachteten Daten nebst Punktnummern und Codeziffern; die Prozessierung der Messdaten geschah anschließend im Büro. Die Einführung von leistungsfähigen Feldrechnern zum Anschluss an ein Tachymeter und von Tachymetern mit integrierten Rechnern galt lange als die Endstufe der Entwicklung, konnten doch jetzt im Felde alle Stationierungs- und Anschlussmessungen ausgeführt und ausgewertet werden. Selbst die Messung und Berechnung eines Polygonzuges (mit Fehlerverteilung) war nun örtlich möglich. Die Bestimmung von rechtwinkligen Koordinaten in einem örtlichen oder dem Landeskoordinatensystem erfolgte nun zeitgleich mit der Messung. Selbstverständlich konnte auch eine Registrierung von Punktnummern und/oder Attributen vorgenommen werden. Eine zweidimensionale Dar-

stellung des Geländes und der Höhen im Felde war jedoch weiterhin nicht möglich. Das Führen einer Geländeskizze blieb weiter unerlässlich, es sei denn es lagen außerordentlich einfache Gelände- und Bauungsverhältnisse vor. Beim Einsatz dieser modernen Ausrüstungen konnte die Messzeit pro Aufnahmepunkt zwar erheblich verkürzt werden, aber die häusliche Bearbeitung gestaltete sich doch immer noch recht aufwändig. Weitere Entwicklungen des letzten Jahrzehnts zu reflektorlos messenden Tachymetern oder Laserscannern haben für die Geländeaufnahme keine Bedeutung, ebenso ist eine GPS-gestützte Koordinatenbestimmung der Standpunkte in der Regel nicht erforderlich.

In den letzten Jahren schließlich gelang leistungsfähigen Feldrechnersystemen der Einzug in die Praxis. Die Leistung dieser neuen Rechner entspricht denen eines modernen Laptops, das Display ist angemessen groß und lässt sich bei nahezu allen Lichtverhältnissen ablesen. Auf eine alphanumerische Tastatur wird meistens verzichtet, alle Eingaben werden mit einem Stift vorgenommen, der in seiner Funktion einer PC-Maus vergleichbar ist. Effektiv anwendbar wird dieses Rechnersystem jedoch erst durch ein CAD-Programm, das als Feldinformationssystem bezeichnet werden kann. Jetzt können während der Aufnahme alle Punktlagen in beliebigem Maßstab dargestellt werden. Punkte von Linienelementen (z. B. Wegränder) oder Flächenelementen (z. B. Gebäude) werden im Gelände automatisch oder durch den Benutzer verbunden, und es lassen sich digitale Geländemodelle im Felde selbst bearbeiten. Der Arbeitsfortschritt bei der Punktaufnahme allerdings verlangsamt sich nicht unerheblich, wenn der Beobachter eigenhändig das Feldinformationssystem betreut. Erträglicher wird der Zeitverlust, wenn eine zweite Person allein für den Rechner zuständig ist. Auf das Führen eines Krokis (Geländeskizze) sollte nun gänzlich verzichtet werden, denn die Punktdarstellung ist ja sofort sichtbar - mit dem Vorteil, die Punktauswahl und Punktdichte anschließend kontrollieren und eventuell Veränderungen in situ vornehmen zu können.

Die Benutzung eines motorisierten Tachymeters gemeinsam mit einem modernen Feldinformationssystem bietet weitere Möglichkeiten. Automatische Zielverfolgung und eine zweigleisige Datenverbindung zwischen beiden Systemen vorausgesetzt, kann nun der Ingenieur die Geländepunkte selbst auswählen, die Messung auslösen und erhält wenig später die Darstellung auf dem Display des Feldrechners. Dieses moderne Verfahren ist bei offenem Gelände ideal anwendbar, stößt jedoch in unübersichtlichen und stark bewachsenen Regionen schnell auf Schwierigkeiten. Eine Darstellung der Höhenlinien noch während der

Messung wird nur bei einfachen Geländebeziehungen zu befriedigenden Ergebnissen führen. In der Regel müssen Kanten sowie Bruchlinien definiert und Punkte von einer Höhenlinienberechnung durch Dreiecksvermaschung ausgeschlossen werden. Die Bearbeitung der Ränder der aufgenommenen Flächen erfordert ebenso Nacharbeiten. Diese aufgezählten Tätigkeiten benötigen Zeit und Konzentration. Während dieser Wartezeiten muss die laufende Punktaufnahme notwendigerweise unterbrochen werden.

Aufnahme von Hochäckern

Für die Testaufnahmen wurde nach Vorschlägen und in Abstimmung mit den zuständigen Denkmalbehörden ein komplexes Areal in der Gemeinde Sielow am Stadtrand von Cottbus ausgewählt (Abb. 1 A). Ein Anschluss der Messungen an Festpunkte des amtlichen Lagenetzes - System ERTS89 für das Land Brandenburg (Strehmel 1996) - und an Höhenfestpunkte wurde durchgeführt. Diese Arbeiten können zeitaufwändig sein, wenn Festpunkte in Feldlagen nicht zur Verfügung stehen und die Anschlüsse über weite Strecken realisiert werden müssen. Der Aufwand ist allerdings unerlässlich, wenn die Ergebnisse später weiter verwendet werden sollen. Mit Insellösungen ohne Lagerung und Orientierung der Lageaufnahme und ohne Höhenanschluss bleibt eine Einordnung in einen Gesamtrahmen ausgeschlossen.

Für die Messungen standen ein Präzisionstachymeter Zeiss Elta 2 sowie ein Feldrechner mit geodätischer Software Zeiss Rec 500 bzw. das graphische Feldinformationssystem Zeiss Map500 (ZEISS 1999) auf einem Feldcomputer von Microport - Typ Micro PC Pen - zur Verfügung. Beide Rechnersysteme wurden jeweils zusammen mit dem Tachymeter einen halben Messtag lang eingesetzt.

Bei der Aufnahme von Hochäckern bieten sich zwei unterschiedliche Aufnahmeanordnungen an. Bei der ersten Methode werden die Hochäcker linienweise in Querprofilen erfasst. Dabei können die wichtigen Punkte (Mulden, Rücken) identifiziert, aufgehalten und falls erforderlich auch Zwischenpunkte aufgenommen werden. Die aufgenommenen Punkte liegen jedoch sehr nah beieinander und die Lesbarkeit und Bearbeitung wird erschwert. Die zweite Möglichkeit sieht eine längsprofilartige Punktreihenfolge vor. Mulden werden in der Tallinie kontinuierlich erfasst, wie gegebenenfalls die Sohl- und Schulterlinien, ferner schließlich auch die Rückenlinien. Der Messaufwand ist bei beiden Aufnahmeverfahren weitestgehend identisch. Die Erstellung des digitalen Geländemodells (DGM) gestaltet sich jedoch bei der zweiten Methode spürbar einfacher.

Bei den Aufnahmetests wurde insgesamt eine Fläche von rund 18500 m² durch 340 Geländepunkte erfasst. Die Anzahl der damit identifizierbaren Hochäcker beträgt 13. Für schmale Äcker genügte die Aufnahme von Rücken- und Muldenlinie, bei breiten Hochäckern erfolgte zusätzlich eine Bestimmung weiterer Punkte mit wahrnehmbarem Gefällewechsel (Schulter-, Sohlenpunkte). Durchschnittlich wurden für die Aufnahme eines etwa 150 m langen Hochackers 25 Geländepunkte aufgenommen, dabei lag der Punktabstand im Längsprofil bei 20 m.

Darstellung von Hochäckern

Standardmäßig geschieht die Darstellung von Geländeoberflächen als Höhenlinienplan. Diese Darstellungsform wird als erste Möglichkeit gewählt, um die Form der Hochäcker abzubilden. Die Ergebnisse sind jedoch auch nach gründlicher Bearbeitung und einer optimierten Auswahl der Äquidistanz wenig anschaulich und damit unbefriedigend. Bei Entwurf eines digitalen Geländemodells im Rechner hat der Bearbeiter zahlreiche Steuermöglichkeiten, die er auch nutzen muss, damit völlig unrealistische Ergebnisse vermieden werden (Hake/Grünreich 1994, 322). Zunächst müssen Bruchlinien festgelegt werden, d. h. alle Rücken- und Muldenlinien sind zu definieren, damit die automatisch generierte Dreiecksvermaschung diese extremen Linien auch tatsächlich berücksichtigt. Die Bruchliniendefinition wird erheblich vereinfacht, wenn die Punkte einer Linie fortlaufend nummeriert sind. Ferner müssen Dreiecke eliminiert werden, die für eine Höhenlinieninterpolation ungeeignet sind. Erst danach kann mit der Wahl der Äquidistanz versucht werden, die Darstellung anschaulich zu gestalten. Im gewählten Testgebiet mit einem durchschnittlichen Höhenunterschied von rund 1/2 m zwischen Rücken und Mulden ist ein Höhenlinienabstand von 1/5 bis 1/8 m geeignet, um wenigstens zwei bis drei Höhenlinien zwischen einem Tal- und einem Hochpunkt darzustellen.

Nachbearbeitungsschritte bestehen in der Glättung des Höhenlinienentwurfs und im Ausschluss von gemessenen, z. B. topographischen, Punkten, die eine unrealistische Höhendarstellung vortäuschen würden. Letztlich müssen die Höhenlinien noch bezeichnet (beschriftet) werden. In Abhängigkeit von Maßstab und Dichte der Höhenlinien kann es schwierig sein, überhaupt lesbare Bezeichnungen einzufügen. Das Hervorheben bestimmter Höhenlinien durch eine spezielle Strichart oder Farbe trägt in diesem Beispiel kaum zu einer besseren Lesbarkeit bei. Das Ausdrucken aller Knoten in dem Plan erhöht zwar die Information, verschlechtert aber Lesbarkeit und Formdarstellung.

Trotzdem wird als Ergebnis der Aufnahme ein Höhenlinienplan im Maßstab 1:1250 mit einer Äquidistanz von 0,2 m als Abbildung 2 beigelegt.

Eine Ableitung aus Höhenlinienplänen sind Querprofile, die hier eine Anzahl von Hochäckern rechtwinklig schneiden. Auch Querprofile können aus einem DGM entwickelt werden. Sie müssen jedoch eine überhöhte Höhendarstellung erhalten, damit relativ geringe Höhenunterschiede im Submeterbereich überhaupt auf Profillängen von mehr als 100 m deutlich hervorgehoben werden. Auf die Darstellung von Querprofilen wird hier verzichtet.

Die eindrucksvollste Wirkung auf den Betrachter kann in diesen Anwendungen mit monochromatischen Kontrasten oder Füllfarben erreicht werden. Die Grundlage dieser Darstellungsform ist der im Rechner erstellte Höhenlinienplan. Jeweils einem Flächenstreifen zwischen zwei benachbarten Höhenlinien wird ein bestimmter Kontrast oder eine bestimmte Farbe zugewiesen. Die Kontrastabstufungen oder Farbfüllungen können durch den Rechner bestimmt werden, wenn der Benutzer für die tiefste und höchste Schicht die Vorgaben vornimmt. Aber auch eine manuelle Auswahl des Kontrastes (der Farbfüllung) einer jeden Höhenschicht ist möglich.

Für das Testgebiet wurde je eine monochromatische und eine Farbfüllungsdarstellung realisiert, die beide beim Betrachten einen sehr plastischen Eindruck hinterlassen. Als Grundregel wurden den tieferen Flächen die leichten Kontraste bzw. die helleren Farbtöne zugewiesen und den höheren Gebieten die stärkeren Kontraste bzw. Farbtöne. Die Farbwahl lehnt sich an die Darstellung in Atlaskarten - dort bei allerdings wesentlich größeren Höhenschichten - an. Die hier gewählte Äquidistanz beträgt 1/8 Meter.

Aus dieser Darstellung lassen sich die Anzahl der Hochäcker, ihre Breiten und maximalen Höhenunterschiede relativ sicher und leicht entnehmen. Durch weitere Kontrast- oder Farbvarianten und mit differenzierteren Äquidistanzen ließe sich der plastische Eindruck u. U. noch erhöhen.

Die beiden Varianten sind als die Abbildungen 3 (monochrom) und 4 (gelb-braun) beigelegt. Die farbige Variante mit den gelben und braunen Farbfüllungen scheint die Ackerform am besten wiederzugeben. Dieser Plan eignet sich gut für eventuell folgende Auswertungen. Auch die Kontrastabstufungen hinterlassen einen guten plastischen Eindruck, der kartometrische Folgeauswertungen ebenso zulässt.

Die Untersuchung verschiedener Aufnahme- und Darstellungsansätze für Hochäcker zeigte einen praktischen Weg auf, die Oberflächenformen zu erfassen und in einer anschließenden häuslichen Bearbeitung angemessen darzustellen.