

können, wenn die Zusammenarbeit von Anfang an ernsthaft gesucht und im gegenseitigen Umgang respektvoll umgesetzt wird. Bedeutende Befunde sind transloziert nun langfristig an zentraler Stelle der U-Bahn-Station im ArcheoPoint zugänglich (Abb. 3). Andere Befunde konnten durch rechtzeitige Umlanungen im Boden konserviert werden.

Um den Veranstaltungen Dauerhaftigkeit zu verleihen, ist eine Publikationsreihe in Vorbereitung, die die Tagungen jahresweise zusammenfasst.

Die positiven Rückmeldungen auf den Arbeitskreis sind uns ein Ansporn, auch zukünftig zentrale Fragestellungen zum Umgang mit Bodendenkmälern in Städten zu diskutieren und Veranstaltungen

durchzuführen, die den Austausch zwischen unterschiedlichen Fachbereichen befördern.

Literatur

J. Assmann, Das kulturelle Gedächtnis. Schrift, Erinnerung und politische Identität in frühen Hochkulturen² (München 1977). – www.fritz-thyssen-stiftung.de/arbeitskreise/arbeitskreis-bodendenkmaeler/.

Abbildungsnachweis

1 H. Rose/LVR-Amt für Bodendenkmalpflege (LVR-ABR). – 2 H.-G. Lippert/Technische Universität Dresden, Fakultät für Architektur. – 3 M. Vollmer-König/LVR-ABR.

Rheinland

Systematische Auswertung von LiDAR-Daten im Rheinland

Irmela Herzog, Julia Stratbücker und Steve Bödecker

Viele Bodendenkmäler wie Landwehren, Grabhügel oder Hohlwege zeichnen sich oberirdisch im Geländere relief ab. In den letzten Jahren bilden zunehmend flugzeugbasierte Laserscanning-Daten (Light detection and ranging, kurz LiDAR) der Landesvermessung die Grundlage für die Entdeckung und Abgrenzung solcher Bodendenkmäler.

LiDAR-Daten bestehen aus unregelmäßig verteilten Höhenpunkten auf der Erdoberfläche. Damit erlauben sie im Gegensatz zu Luftbildern auch in Waldgebieten einen von Bäumen ungestörten Blick auf die dort befindlichen Bodendenkmäler. Diese sind durch die Bewaldung teilweise noch obertägig erhalten, aber keineswegs geschützt: Rückegassen der Waldwirtschaft, Mountainbike-Routen, aber auch tief wurzelnde Bäume gefährden ihren Erhalt. Deshalb ist die Auswertung von LiDAR-Daten in Waldgebieten für das LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland besonders wichtig.

Die Landesvermessung in Nordrhein-Westfalen (Geobasis NRW) stellt LiDAR-Daten in ausgewerteter Form als Schummerungs-Layer (Abb. 1, NRW-DGM) zur Verfügung, der in Geographische Informationssysteme (GIS) eingebunden werden kann. Die dabei genutzte Darstellung als Reliefschattierung hat bereits zur Entdeckung einiger archäolo-

gischer Fundstellen geführt. Im GIS lassen sich die so erkannten Fundstellen vor dem Hintergrund des Schummerungs-Layers eingrenzen. Doch zeigt die bisherige Erprobung, dass die Anwendung weiterer Visualisierungsmethoden häufig einen deutlichen Erkenntnisgewinn erbringt.

Am Beispiel eines Grabhügelfeldes in einem Waldstück am unteren Niederrhein seien im Folgenden mehrere Methoden zur Auswertung von LiDAR-Daten sowie ihre Vor- und Nachteile beschrieben (Abb. 1). Ein Teil dieser Methoden wurden spezifisch für die Anforderung der Bodendenkmalerfassung entwickelt.

Grundlage der meisten Teilabbildungen in Abb. 1 sind die von Geobasis NRW aufbereiteten LiDAR-Daten mit einem Gitterabstand von 1 m (DGM1). Diese Punktdaten liefert Geobasis NRW in Kacheln von 2 × 2 km, insgesamt 3686 für das Rheinland. Diese Daten stehen dem Fachamt kostenfrei für archäologische Auswertungen zur Verfügung.

In einem ersten Bearbeitungsschritt erfolgte die Umwandlung dieser Daten in ein Format (ESRI-ASCII), das von vielen GIS-Programmen direkt unterstützt wird, insbesondere auch von dem hier verwendeten kostenfreien Spezialprogramm RVT (Relief Visualization Toolbox). RVT erlaubt benutzerfreundlich

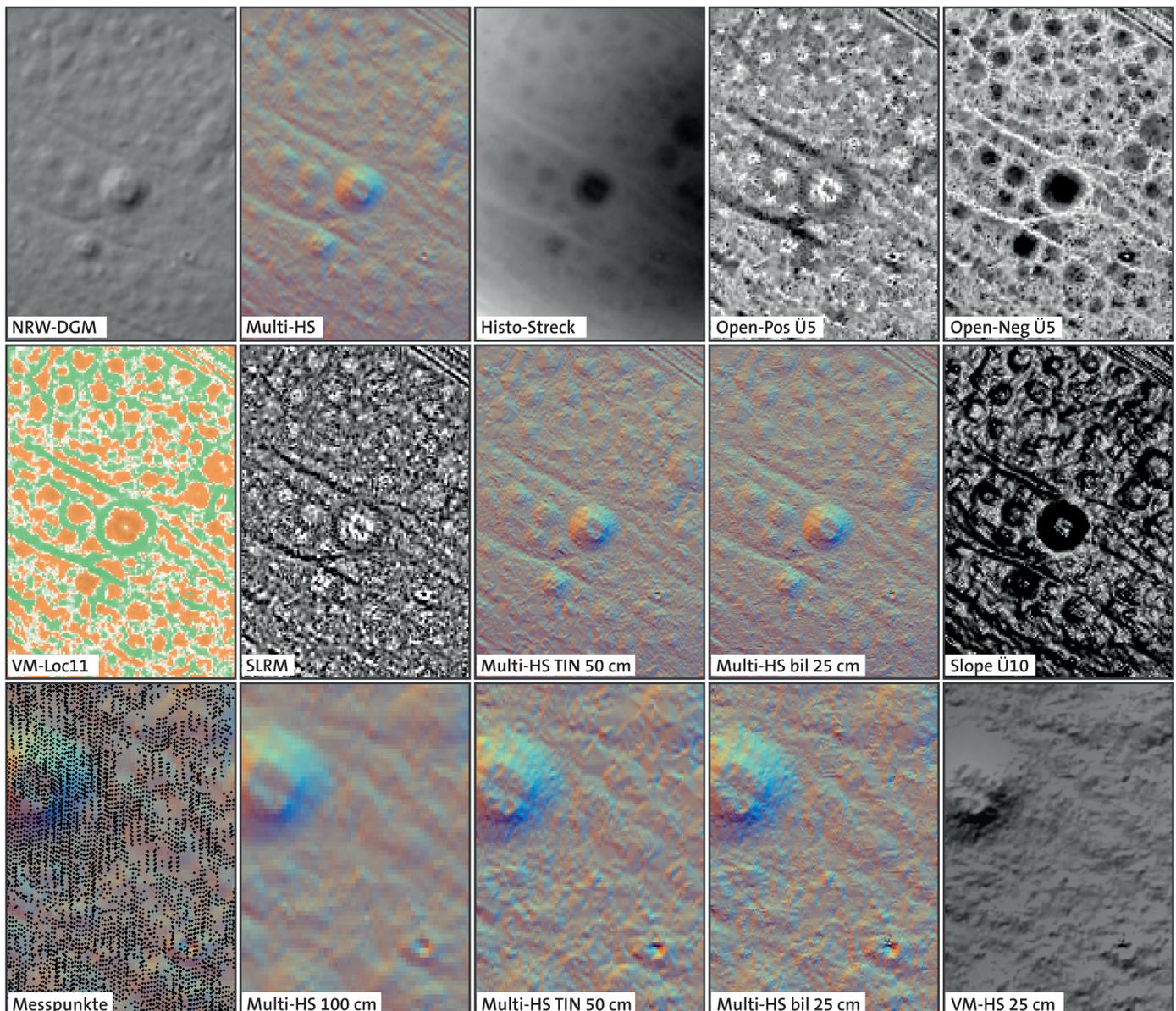
und vergleichsweise schnell die Auswertung von LiDAR-Daten mit verschiedenen Methoden, die sich für die Erkennung und Abgrenzung archäologischer Denkmäler als besonders günstig erwiesen haben. Die Methode „analytical hillshading in multiple directions“ (Abb. 1, Multi-HS) ist als erster Einstieg sehr zu empfehlen, da Bodeneingriffe, wie Gräben oder Gruben, und Erhebungen, wie Motten oder Hügelgräber, gut zu unterscheiden sind.

Im Gegensatz zur klassischen von Geobasis NRW genutzten Reliefschattierung (Abb. 1, NRW-DGM) erfolgt die Beleuchtung bei dieser Methode nicht nur aus einer, sondern aus 16 Richtungen, sodass sich auch Strukturen erkennen lassen, die ansonsten durch Schattenwurf oder Lichteinfall in Befundrichtung annähernd unsichtbar bleiben. Die Gegenüberstellung der mit NRW-DGM und Multi-HS bezeichneten Teilabbildungen (Abb. 1) zeigt deutlich die Vorteile von Multi-HS: Beispielsweise wird eine in das größte Hügelgrab eingeschnittene

Wegtrasse erst mit der Methode Multi-HS gut sichtbar.

Ein Nachteil der Reliefschattierung tritt jedoch auch bei Multi-HS auf: Der Schattenwurf erlaubt häufig keine klare Abgrenzung des Befundes. Die Anpassung der Grauwertverteilung an den aktuellen Kartenausschnitt (Histogramm-Streckung) ist zur genauen Kartierung der Befundgrenzen meist besser geeignet (Abb. 1, Histo-Streck). Im Beispiel verteilen sich die Grauwerte zwischen 22 m (weiß) und 30 m (schwarz). Diese Methode wird von vielen GIS-Programmen direkt unterstützt, liefert aber in der Regel nur ein kontrastarmes Bild und eignet sich nicht für Befunde am Hang. Einen deutlich stärkeren Kontrast weisen die RVT-Ergebnisse folgender Methoden auf (Abb. 1): „openness-positive“ (Open-Pos), „openness-negative“ (Open-Neg), „simple local relief model“ (SLRM) und „slope gradient“ (Slope). Dabei hängt der Kontrast auch vom Faktor für die Überhöhung ab, in den Beispielen für

1 Visualisierungsmethoden von LiDAR-Daten am Beispiel eines Grabhügelfeldes; Reihen 1–2: Auswertung der LiDAR-Daten mit verschiedenen Methoden; Reihe 3: Ausschnittvergrößerung zum Vergleich der Auswertungen bei verschiedenen Auflösungen.

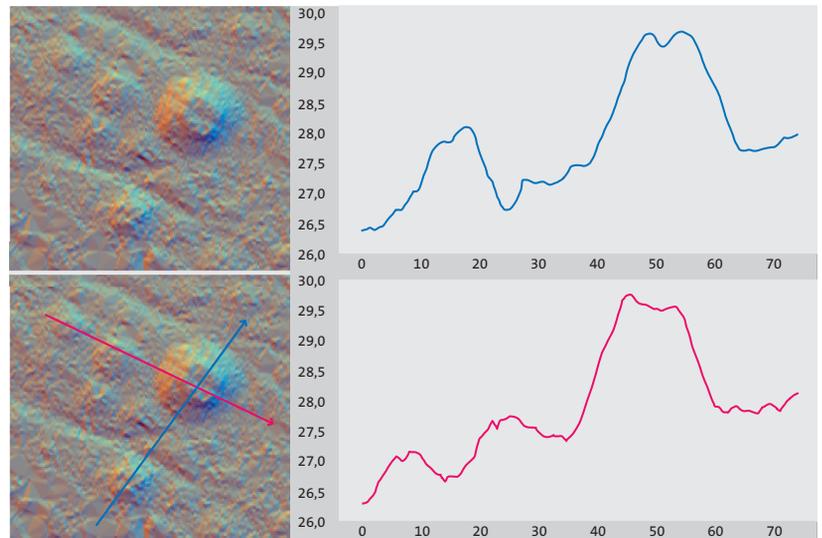


die Open-Methoden ist dieser auf 5 und bei Slope auf 10 gesetzt. Jedes dieser Ergebnisse in Abb. 1 hat Vor- und Nachteile: Der größte Grabhügel ist von einem Graben umgeben, der sich in der Open-Neg-Darstellung am besten abzeichnet, im Slope-Ergebnis ist er nicht sichtbar. Die Wegtrasse über den Grabhügel lässt sich mit Open-Pos und SLRM, nicht aber in der Open-Neg-Darstellung erkennen. Die Methoden Open-Neg und Slope unterstützen die Abgrenzung des Grabhügels unseres Erachtens am zuverlässigsten.

Ein Nachteil dieser Methoden ist jedoch, dass man nicht wie bei Multi-HS auf den ersten Blick erkennt, ob es sich bei den Strukturen um Eintiefungen oder lokale Erhebungen handelt. Bei Open-Pos- und SLRM-Ergebnissen sind Eintiefungen schwarz und Erhebungen weiß dargestellt, bei Open-Neg ist dies umgekehrt. Wünschenswert wäre eine farbliche Abstufung, wie in topographischen Karten üblich: In der mit VM-Loc11 bezeichneten Teilabbildung von Abb. 1 sind Erhebungen in braun und Eintiefungen in grün eingefärbt. Dieses Ergebnis wurde mit der GIS-Software MapInfo, Zusatzmodul Vertical Mapper, erstellt und verwendet den gleichen Ansatz wie die RVT-Methode SLRM. RVT erzeugt auch Bilddateien mit einer Farbtiefe von 32 bit, was bei Nachbearbeitung durch geeignete Software eine Farbdarstellung erlaubt. Doch derzeit lassen sich solche Bilddateien nicht in das im Amt genutzte GIS-Programm MapInfo einbinden.

Neben den DGM1-Daten mit einer Auflösung von 1 m liegen im Fachamt auch die unregelmäßig verteilten LiDAR-Höhenpunkte vor (Abb. 1, Messpunkte). Nur in Bereichen hoher Punktdichte sind sehr kleinräumige Strukturen nachweisbar. Die Zuverlässigkeit einer LiDAR-Darstellung lässt sich nur durch Kartierung der gemessenen Höhenpunkte beurteilen. Diese Höhenpunkte bilden die Datengrundlage für interpolierte Höhenraster mit einer Auflösung von 50 bzw. 25 cm, die für die Teilabbildungen „Multi-HS TIN 50 cm“, „Multi-HS bil 25 cm“ und „VM-HS 25 cm“ ausgewertet wurden. Die Vorbereitung und Durchführung der Interpolationen mit Vertical Mapper für die hier in einem kleinen Ausschnitt vorgestellte 2 × 2 km-Kachel benötigte mehrere Stunden Rechenzeit. Aufgrund des hohen Rechenaufwands lohnen sich solche Auswertungen derzeit nur in Einzelfällen. Auch bei diesen Auflösungen zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen Standard-Reliefschattierung mit Vertical Mapper (Abb. 1, VM-HS 25 cm) und der Multi-HS-Darstellung.

Um möglichst schnell und effektiv einen Überblick über die im Wald obertägig fassbaren Bodendenkmäler und ihre Abgrenzung zu erhalten, ist jedoch die Auswertung des DGM1 ausreichend. Künstliche



Profile erlauben eine einfache Überprüfung der LiDAR-Visualisierungen (Abb. 2). So lässt sich die erhaltene Höhe der Grabhügel und auch die Tiefe der Einschnitte, z. B. der Wegtrassen, ablesen. Manche Visualisierungsmethoden und Fehlmessungen können zu Scheinbefunden führen. Man kann jedoch Fehlinterpretationen durch die Kartierung der Messpunkte (Abb. 1, Messpunkte) und durch künstliche Profile vermeiden.

Im Vergleich zum Schummerungs-Layer von Geobasis NRW unterstützen die mit RVT ausgewerteten LiDAR-Daten sowohl das Erkennen als auch die Abgrenzung bekannter Bodendenkmäler wesentlich besser. Deshalb sollten diese Methoden in Zukunft bei der Dokumentation von allen Bodendenkmälern mit oberirdischen Relikten zur Anwendung kommen.

Literatur

St. Bödecker, Airborne Laserscanning. In: Th. Otten/J. Kunow/M. M. Rind/M. Trier (Hrsg.), Archäologie in NRW 2010–2015. Archäologische Landesausstellung Nordrhein-Westfalen. Funde – Forschungen – Methoden. Schriften zur Bodendenkmalpflege in Nordrhein-Westfalen 11,2 (Stuttgart, Darmstadt 2015) 113–114. – Institute of Anthropological and Spatial Studies, Relief Visualization Toolbox (RVT), <http://iaps.zrc-sazu.si/en/rvt>. – Ž. Kokalj/K. Zakšek/K. Oštir, Application of Sky-View Factor for the Visualization of Historic Landscape Features in Lidar-Derived Relief Models. *Antiquity* 85, 2011, 263–273.

Abbildungsnachweis

1–2 J. Stratbücker, I. Herzog/beide LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland, Grundlage © Geobasis NRW 2015.

2 Zwei 75 m lange Profile durch den größten Grabhügel.