

ortofotosnímky a digitální modely povrchu. Tato data mohou být následně analyzována v prostředí geografických informačních systémů. Bezpilotní prostředky však mohou nést i jiné senzory než klasický fotoaparát. Při použití multispektrální nebo termální kamery je možné identifikovat archeologické struktury, které zůstávají na klasické fotografii téměř nebo úplně skryté.

Důležitý přínos při archeologickém výzkumu má i skenování technologií LIDAR. Tento sběr dat pomocí laserového paprsku má oproti UAV velkou výhodu v tom, že laserový paprsek prochází vegetací až na zemský povrch – z těchto dat jsme tedy schopni zjistit tvar zemského povrchu (včetně možných archeologických reliktů), který je ukrytý pod vegetací. Nevýhodou leteckého laserového snímání je jeho vysoká cena.

Všechny tyto metody přinášejí oproti klasickému kontaktnímu sběru dat mnoho výhod a jejich využití je závislé pouze na schopnostech a zkušenostech operátora. Nabízejí však trochu jiný pohled na realitu, který se dá využít v mnoha oborech lidské činnosti.

Na závěr je důležité zdůraznit potřebu vzájemného propojení jmenovaných metod, neboť jednotlivé metody zkoumají jeden a ten samý objekt: krajinu – krajinný prostor. Žádná z metod by neměla být izolovaná a výsledky interpretace by měly být porovnávány s dalšími datovými zdroji. Nedílnou součástí využívání nových metod sběru prostorových dat je verifikace dosažených výsledků. A důležitá je vzájemná spolupráce archeologů a geoinformatiků při interpretaci dat.

## Prameny

- ČÚZK: Digital Terrain Model of the Czech Republic of the 4<sup>th</sup> generation (DMR 4G). Accessible at: <http://geoportal.cuzk.cz/> [cit. 2013-05-12].
- Geodis: Ortofotomapa ČR. <http://sluzby.geodis.cz/produkty/barevna-ortofotomapa> [cit. 2014-03-03].

## Literatura

- Aber et al. 2000: J. S. Aber/I. Marzoff/J. B. Ries, *Small-Format Aerial Photography: Principles, Techniques and Geoscience Applications* (Amsterdam et al. 2000).
- Bitelli et al. 2001: G. Bitelli/M. Unguendoli/L. Vittuari, *Photographic and photogrammetric archaeological surveying by a kite system*. In: J. Alpuente et al. (eds.), *Proceedings 3<sup>rd</sup> International Congress on "Science and Technology for the safeguard of cultural heritage in the mediterranean basin"*. Alcalá de Henares, 9–14 July 2001 (Alcalá de Henares 2001) 538–543.
- Brůna 2013: V. Brůna, *Využití KAP (Kite Aerial Photography) při dokumentaci výzkumu v Abúsíru*. *Pražské egyptologické Stud.* XI, 2013, 37–43.
- Cajthaml 2012: J. Cajthaml, *Analysis of old maps in digital environment on the example of Müller's map of Bohemia and Moravia* (Praha 2012).
- Siebert/Teizer 2014: S. Siebert/J. Teizer, *Mobile 3D mapping for surveying earthwork projects using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) system*. *Automation in Construction* 41, 2014, 1–14.
- Sládek/Rusnák 2013: J. Sládek/M. Rusnák, *Nízkonákladové mikro-uav technologie v geografii (nová metoda zberu priestorových dát) [Low cost micro-UAV technologies in geography (new methods of spatial data collection)]*. *Geogr. Journ.* 65, 2013, 269–285.
- Żurawski 1993: B. Żurawski, *Low altitude aerial photography in archaeological fieldwork: the case of Nubia*. *Arch. Polona* 31, 1993, 243–256.
- 1995: *From Jebel Moya to Old Dongola. 80 years of aerial photography in Sudan*. In: J. Kunow (Hrsg.), *Luftbildarchäologie in Ost- und Mitteleuropa. Aerial Archaeology in Eastern and Central Europe*, Potsdam: Brandenburgisches Landesmuseum für Ur- und Frühgeschichte. *Forsch. Arch. Land Brandenburg* 3 (Potsdam 1995) 305–315.

JAN PACINA UND VLADIMÍR BRŮNA

## Erfassung von Geodaten mithilfe von nichtinvasiven Messmethoden

### Einleitung

Die Erfassung von Geodaten ist ein grundlegender Bestandteil jeder Geländeerkundung. Geodaten können innerhalb eines festgelegten Raumes anhand unterschiedlicher Herangehensweisen erfasst werden, die ein unterschiedliches Maß an Genauigkeit, Geschwindigkeit ihrer Erfassung und Qualität aufweisen. Zu den traditionellen Formen

der Geodatenerfassung gehören die Methoden der klassischen Vermessung – detailliert mit einer Totalstation oder mit dem Positionierungssystem GNSS (Global Navigation Satellite System). Mithilfe dieser invasiven Messmethoden (die Punkte werden physisch durch Aufsetzen eines GNSS-Empfängers bzw. eines reflektierenden Prismas auf dem Messpunkt direkt vermessen) wird die Lage der einzel-

nen Punkte im Raum mit einer hohen Genauigkeit (im Zentimeterbereich) bestimmt. Die eigentliche Datenerfassung für größere Bereiche ist daher mit einem hohen Zeitaufwand verbunden. Die invasiven Messmethoden sind insbesondere für die Vermessung von planimetrischen Details, des Höhenprofils, zur Orientierung von Objekten an Geländekanten, für die Bestimmung der Position der Passpunkte etc. geeignet.

Die nichtinvasiven Messmethoden, zu denen z. B. die terrestrische und Luftbildfotogrammetrie, die Fernerkundung sowie das terrestrische und Airborne Laserscanning (LIDAR) gehören, ermöglichen die Erfassung eines großen Bereiches in relativ kurzer Zeit mit einer hohen Dichte an Punkten. Typische Ergebnisse dieser Methoden sind Orthobilder, Punktwolken aus dem Laserscanning, digitale Oberflächenmodelle (DOM) und digitale Geländemodelle (DGM). Ein digitales Oberflächenmodell beinhaltet sämtliche Objekte, die sich auf der Erdoberfläche befinden (Bäume, Häuser, Masten von Hochspannungsleitungen usw.), ein digitales Geländemodell dagegen bildet nur die „natürliche“ Erdoberfläche ab. Ein Vergleich der invasiven und nichtinvasiven Methode im Rahmen der Modellierung des Geländes ist z. B. bei Siebert/Teizer (2014) aufgeführt (Tabelle 1).

Die Methoden der nichtinvasiven Datenerfassung wurden im Rahmen des ArchaeoMontan-Projektes im Bereich der Wüstung Ulmbach (Jilmová) getestet.

Das gesamte Gebiet wurde mit LIDAR mit einer Dichte von 6 Punkten/m<sup>2</sup> aufgenommen. Die Aufnahmen wurden aus einem Drachen (Kite Aerial Photography = KAP) sowie mit einem unbemannten Luftfahrzeug (Unmanned Aerial Vehicle = UAV) gemacht. Angesichts der Ausprägung des untersuchten Bereichs konzentrierte sich die Erkundung vor allem auf die Analyse, Rekonstruktion und Identifikation der Entwicklung der Siedlungsstrukturen von 1840 bis zur Gegenwart.

### Untersuchungsgebiet Ulmbach

Das wüst gefallene Dorf Ulmbach liegt etwa 800 m über dem Meeresspiegel, ca. 3,5 km nordwestlich von Sankt Sebastiansberg (Hora Svatého Šebestiána). Ehemals wurde das Dorf durch den Bach Schwarzwasser (Černá voda) begrenzt, der heute die Staatsgrenze mit Deutschland bildet. Dieser Standort ist ein Beispiel der intensiven Auswirkung der politischen Situation auf die Besiedlung des Erzgebirges. Das Dorf Ulmbach wurde im 16. Jahrhundert

gegründet und entwickelte sich parallel mit dem Dorf Satzung auf deutscher Seite. 1880 standen in Ulmbach 20 Häuser und es lebten 198 Einwohner hier. Kurz vor dem Zweiten Weltkrieg stieg die Anzahl der Häuser auf 22 an, die Bevölkerungszahl sank aber auf 125. Nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges und der Vertreibung der deutschen Bevölkerung, nahm die Bevölkerungszahl weiter auf nur 21 Bürger ab. In den 1950er-Jahren wurde das gesamte Gebiet zum Grenzstreifen. Von dem Dorf Ulmbach blieb nur das Forsthaus mit drei Einwohnern übrig. Heute befindet sich an der Stelle des ehemaligen Dorfes nur eine große Wiese, in der sich noch Siedlungsüberreste finden lassen (Abb. 1).

Die neuen Methoden für die nichtinvasive Datenerfassung (insbesondere LIDAR und UAV) bieten ein großes Potenzial für die Identifizierung und Erfassung archäologischer Fundorte und ihre anschließende Dokumentation. Der genannte Standort wurde zum Testen der Methoden LIDAR und UAV mit dem Fokus auf die Identifizierung der Siedlungsreste und einer detaillierten Analyse der Geländeoberfläche gewählt. Im Rahmen der Identifizierung der Siedlungsreste wurden auch historische (deutsche und tschechische) Karten aufgearbeitet, die als Grundlage für die Identifizierung der Siedlungsrelikte im Gelände dienen.

### Aufgearbeitete Hintergrundkarten

Für eine Analyse der raumzeitlichen Entwicklung der Siedlungsstrukturen werden primär zwei Typen von Quelldaten verwendet – historische Karten und Flugaufnahmen (historische und rezente). Historische Karten geben detaillierte topografische und themenbezogene Informationen über die Struktur der Landschaft, die Flächennutzung und die Siedlungsverteilung. Im Rahmen dieses Gebietes wurden folgende Karten aufgearbeitet:

- Pflichtabdrucke des Franziszeischen Katasters (1:2880),
- gegenwärtige Katasterkarten (1:2500),
- staatliche Karte, die im Maßstab 1:5000 abgeleitet wurde (katastraler Bestandteil),
- Karten der dritten militärischen Kartierung (1:25 000), reambuliert im Jahre 1938,
- deutsche topografische Karten (Äquidistanzenkarte und Messtischblätter) im Maßstab 1:25 000 aus den Jahren 1875, 1910 und 1924.

Sämtliche oben erwähnten Karten mussten vor ihrer Anwendung digitalisiert und georeferenziert werden

(in ein Koordinatensystem überführt werden) wobei ausgewählte Elemente manuell vektorisiert werden mussten. Weil jede Karte eine besondere Herangehensweise erfordert, wurde die Georeferenzierung mit unterschiedlichen Methoden durchgeführt. Für alle Karten wurde ein einheitliches Koordinatensystem gewählt: S-JTSK (Systém jednotné trigonometrické síť katastrální). Die Erstellung der deutschen Karten erfolgte nativ im Koordinatensystem Gauss-Krüger Zone 5 und mithilfe von definierten Transformationsgleichungen in der Umgebung eines geografischen Informationssystems (GIS), die in das Koordinatensystem S-JTSK überführt wurden. Mehr über die Aufarbeitung von alten Karten ist z. B. bei Cajthaml (2012) aufgeführt. Ein Beispiel der aufbereiteten Karten zeigt Abbildung 2.

### **Vorbereitung für die Erfassung von Geodaten anhand nichtinvasiver Methoden**

Die Erfassung von räumlichen Daten mit der LIDAR-Technologie setzt keine standardmäßigen Vermessungsarbeiten im Gelände voraus. Der Träger des Laserscanners (in unserem Fall ein Flugzeug) ist mit einem sehr genauen GNSS-Empfänger ausgestattet, der laufend die Lage (bzw. den Fokus) des Scanners im Raum bestimmt. Nach den ersten Aufbereitungsarbeiten ist das Ergebnis eine Punktwolke von in dem entsprechenden Koordinatensystem (S-JTSK) georeferenzierten, raumbezogenen Punkten. Eine Voraussetzung für die weitere Arbeit mit solch einem großen Datenvolumen ist eine leistungsfähige Hardware und entsprechende Software.

Die Vorbereitungen für die Aufnahme mittels der Methoden KAP und UAV (s. u.) setzen einfache Arbeiten im Gelände voraus. Passpunkte werden im Bereich des Untersuchungsgebietes gleichmäßig verteilt und stabilisiert. Die räumlichen Koordinaten dieser Punkte werden mithilfe der Methode RTK-GPS mit einer Genauigkeit von 1–2 cm oder anhand einer Totalstation bestimmt, insbesondere dann, wenn es in dem Gebiet einen schlechten Empfang des GPS-Signals gibt (bspw. durch den Einfluss der Vegetation). Die Passpunkte werden mit einer Signalscheibe versehen, sodass sie auf den Aufnahmen einfach identifizierbar sind. Im Laufe der folgenden Bearbeitung dienen diese Passpunkte für die Orientierung der Aufnahmen auf der Erdoberfläche. Ein Beispiel der Verteilung der Passpunkte einschließlich ihrer Vermessung, Signalisierung und Visualisierung im Rahmen einer Flugaufnahme zeigt Abbildung 3.

### **Datenerfassung anhand der Technologie KAP**

Die KAP-Methode ist eine einfache und finanziell erschwingliche Abbildungsmethode mithilfe eines Fesseldrachsens, die mit Erfolg in der Archäologie angewandt wird (Aber et al. 2000; Bitelli et al. 2001; Brůna '2013; Żurawski 1993 und Żurawski 1995). Für die Aufnahmen des Modellgebietes wurde ein Seildrachen „Elliot RhombusMega Power Sled“ mit den Abmessungen 300 cm x 170 cm und mit einer Seillänge von etwa 200 m verwendet (Abb. 4). An die Leitschnur wurde mit einer speziellen Aufhängevorrichtung ein für die Kamera Canon PowerShot D10 angepasster Träger befestigt. Es handelt sich um eine wasserfeste Kompaktkamera, die laut Hersteller einen normalen Aufprall aushalten würde. Sie ist staubfest und arbeitet unter hohen sowie niedrigen Temperaturen. Die Größe des Chips beträgt 1/2,3" (CCD) mit 12,1 Mpx. Die wiederaufladbaren Batterien reichen für 3–4 Stunden fotografische Arbeiten. Auf die SD-Karte können bis zu 4500 Aufnahmen in der Maximalauflösung mit einer Größe von 3,5 MB im Format JPEG abgespeichert werden.

Die optimale Windstärke für diesen Drachentyp schwankt zwischen 2–5 Bft. Wegen der höheren Last (Kamerasystem) bedarf es einer höheren Windgeschwindigkeit. Um das Kamerasystem starten zu können, sind zwei Personen erforderlich. Eine von ihnen steuert den Drachen, die zweite bereitet die Kamera für die Aufnahmen vor. Das System der Bildaufnahme ist so eingestellt, dass alle zehn Sekunden eine Belichtung stattfindet und die Kamera sich um 90° in horizontaler Ebene dreht. Die Fokussierung der Kamera ist auf unendlich, das Belichtungssystem auf automatisch eingestellt. Dies gilt für optimale Aufnahmebedingungen, also für Sonnenschein. Im Fall von ungünstigen Bedingungen muss das Programm der Belichtung angepasst werden.

Durch die Konstruktion des Drachsens und der Aufhängevorrichtung können Bilder auch unter ungünstigen Wetterbedingungen erfasst werden. Während der praktischen Einsätze konnte bestätigt werden, dass auch bei einer plötzlichen Veränderung der Windrichtung und Windstärke der Drachen in der Luft gehalten werden und sicher gelandet werden konnte. Neben den Witterungsverhältnissen ist auch die Zusammenarbeit mit weiteren Personen wichtig, die Informationen über die Lage der Kamera melden. Sie können die Bewegungen der Person korrigieren, die den Drachen steuert und ihr mitteilen, ob er sich über dem Objekt befindet oder nicht. Es wurde festgestellt, dass im Fall von guten

Witterungsverhältnissen die Verwendbarkeit der Bilder nahezu bei 40% liegt, unter ungünstigen Verhältnissen unter 20% sinkt.

Nach der eigentlichen Bilderfassung folgt die Aufbereitung der Aufnahmen. Zunächst werden die Fotos entfernt, die unscharf oder mit einem schlechten Winkel sind oder die das Gebiet außerhalb des Untersuchungsraumes abbilden. Nach der ersten Auswahl erfolgt eine Prüfung der detaillierten Schärfe durch Vergrößerung am Computer. Die ausgewählten Aufnahmen können für folgende Zwecke benutzt werden:

- 1) Erstellung eines Fotomosaiks und nach der Georeferenzierung die Erstellung eines Fotoplans. Dazu wird der gesamte Satz derjenigen Aufnahmen verwendet, die sich gegenseitig überschneiden. Mit der Methode der Einschneidefotogrammetrie werden in der Software PhotoScan der Firma Agisoft die einzelnen Ergebnisse (Fotoplan, digitales Oberflächenmodell etc.) erstellt.
- 2) Um Bilder entsprechend ihres Inhalts zu beurteilen: ob auf den Aufnahmen komplette Objekte oder nur Teile des Objektes abgebildet werden oder ob die Aufnahmen mit einer etwa senkrechten Aufnahmeachse erstellt wurden. Dies war für die weitere Bearbeitung wichtig. Da die Bildqualität der eingesetzten Kamera entspricht (Auflösung, Verzerrung des Bildes etc.), werden die ausgewählten Fotos nachfolgend im Programm Adobe Photoshop aufbereitet.

Die weiteren Arbeiten mit den einzelnen Aufnahmen beruhen in ihrer visuellen Interpretation und in der Identifizierung der ehemaligen Gebäude und Wege auf beigefügten Hilfskarten, dank derer die einzelnen Punkte besser orientiert und identifiziert werden können. Mithilfe der identifizierten Punkte wurden im Photoshop die einzelnen Grundrisse der ehemaligen Häuser hervorgehoben und nachgezeichnet (Abb. 5).

## **Datenerfassung mittels UAV-Technologie**

Wie bereits erläutert, ist die Erfassung von Geodaten mithilfe von nichtinvasiven Messmethoden effizienter, als die Erfassung anhand der invasiven Methoden (Siebert/Teizer 2014). Für diese Zwecke eignen sich sehr gut unbemannte Luftfahrzeuge – UAV. Im Rahmen des ArchaeoMontan-Projektes wird mit dem System Micro-UAV (Sládek/Rusnák 2013) gearbeitet, das mit einer Kamera Sony NEX 7

bestückt ist. Allgemein kann ein UAV einen beliebigen Sensor tragen (berücksichtigt werden muss nur sein Gewicht und Speisung) – einen klassischen Fotoapparat oder eine Kamera, multispektrale oder hyperspektrale Sensoren, eine Thermalkamera, ein LIDAR-Aufnahmeggerät oder ein sehr genaues GNSS. Der Vorteil der UAV-Systeme sind relativ geringe Anschaffungs- und Betriebskosten im Vergleich zu einem klassischen Flugzeug, Flexibilität und die Möglichkeit, das Untersuchungsgebiet mehrmals zu unterschiedlichen Zeiten aufzunehmen (Siebert/Teizer 2014). Abbildung 6 zeigt einen Oktokopter SteadiDrone mit einer Thermalkamera Optris PI, der für die Aufnahmen des Untersuchungsgebietes eingesetzt wurde.

Die montierte Kamera/Sensor ist an einer stabilisierten Halterung befestigt, der bei den Manövern des Luftfahrzeuges und Windböen eine konstant waagerechte Position des Aufnahmeggerätes sicherstellt. Der Oktokopterführer kann die Neigung und Wendung der Kamera so verändern, dass immer das entsprechende Objekt aufgenommen wird. Die Aufnahmen werden anschließend mit der Software PhotoScan der Firma Agisoft zu Orthofotos und einem DOM verarbeitet. Unter Berücksichtigung der Qualität des Aufnahmeggerätes und der Flughöhe können Orthobilder mit einer Auflösung von bis zu 1 Pixel = 1,5 cm gewonnen werden. Die mit Methoden der klassischen Flugbildmessung gewonnenen Orthofotos von kommerziellen Gesellschaften verfügen über eine maximale Auflösung von 1 Pixel = 12,5 cm (Geodis).

Auf Abbildung 7 ist ein Vergleich eines frei zugänglichen Orthobildes vom Server des Tschechischen Vermessungs- und Katasteramtes (Český ústav zeměměřičský a katastrální) mit einer Auflösung von 1 Pixel = 25 cm und eines Orthofotos, die mit UAV aufgenommen wurde, dargestellt. Die Auflösung beträgt hier 1 Pixel = 2,5 cm.

## **Erfassung von Höhendaten**

Die Technologie mit der Bezeichnung LIDAR (Light Detection And Ranging) ist eine relativ neue Methode für die Erfassung von dreidimensionalen Punktwolken mithilfe von terrestrischen oder Airborne Laserscannern. Der große Vorteil der LIDAR-Methode beruht auf der Menge der Reflexionen eines Laserstrahls. Dadurch wird eine Filterung der gewonnenen Punkte z. B. nur für die natürliche Erdoberfläche (baseground) oder für verschiedene Vegetationsschichten, möglich. Bei der Untersuchung des Referenzgebietes wurden LIDAR-Daten

mit unterschiedlicher Dichte und Genauigkeit verwendet.

Das digitale Geländemodell der Tschechischen Republik der 4. Generation (DGM 4G) stellt in digitaler Form das Abbild einer natürlichen oder einer durch menschliche Tätigkeit veränderten Erdoberfläche als Ergebnis der Höhen diskreter Punkte in einem regelmäßigen Raster von 5 m x 5 m dar. Das Modell entstand aus Daten, die anhand von Airborne Laserscanning für das DGM der Tschechischen Republik in den Jahren 2009 bis 2013 gewonnen wurden. DGM 4G ist für Analysen der Geländebeziehungen mit regionalem Charakter und Umfang vorgesehen (ČÚZK). Vom Tschechischen Vermessungs- und Katasteramt wurde ein DGM 4G für das gesamte Gebiet des Ústecký kraj (Aussiger Region) gewonnen.

Wesentlich detailliertere LIDAR-Daten wurden im Rahmen des ArchaeoMontan-Projektes gewonnen, dessen Schwerpunkt auf der Identifizierung von mittelalterlichem Bergbau und weiteren anthropogenen Eingriffen in die Landschaft lag. Der Standort Ulmbach liegt im nordwestlichen Bereich des aufgenommenen Gebietes. Somit können auch diese Daten für vergleichende Analysen verwendet werden. Die Daten wurden mit einer Dichte von 6 Punkten/m<sup>2</sup> unter Anwendung eines Full-Waveform Lasers (eine uneingeschränkte Anzahl der Reflexionen des Laserstrahles) mit einem mittleren Positionsfehler in der Höhe von 0,15 m und 0,30 m in der Fläche gewonnen.

Weitere Daten zum Geländemodell können aus den mithilfe von UAV (bzw. KAP) gewonnenen Aufnahmen abgeleitet werden. Die Identifizierung der Siedlungsüberreste oder weiterer archäologischer Objekte ist nur im Bereich von waldfreien Gebieten möglich. Das DOM kann in Abhängigkeit von den Daten und der Qualität ihrer Verarbeitung eine Pixelgröße von bis zu 1,5 cm haben. Ein Beispiel der aufbereiteten Daten einer LIDAR-Befliegung und UAV ist auf Abbildung 8 dargestellt.

### **Auswertung und Fazit**

Nichtinvasive Methoden der Datenerfassung verfügen über ein sehr hohes Potenzial an Informationen, nicht nur für die archäologische Praxis. Die Bilder-

fassung mithilfe von UAV ist flexibel, im Vergleich zur Flugbildmessung ist sie günstiger und überall dort anwendbar, wo es durch die Gesetzgebung erlaubt wird. Im Ergebnis werden somit nicht nur Schrägaufnahmen gewonnen, die eine Ansicht des Untersuchungsgebietes aus der Höhe ermöglichen, sondern unter Anwendung von geeigneter Hardware und spezialisierter Programme können hiermit Orthofotos und digitale Modelle der Oberfläche gewonnen werden. Diese Daten können anschließend in geografischen Informationssystemen analysiert werden. Unbemannte Luftfahrzeuge können aber auch Träger anderer Sensoren, als einer klassischen Kamera sein. Im Fall der Anwendung einer multispektralen oder einer Thermalkamera können archäologische Strukturen identifiziert werden, die auf einer klassischen Fotografie fast oder zum Teil verborgen bleiben.

Einen wichtigen Beitrag für die archäologische Erkundung leistet auch das Scannen mithilfe der LIDAR-Technologie. Der große Vorteil der Datenerfassung mittels eines Laserstrahles gegenüber der UAV ist, dass der Strahl die Vegetation bis auf die Erdoberfläche durchdringt. Aus diesen Daten kann die Gestalt der Erdoberfläche (einschließlich möglicher archäologischer Relikte) festgestellt werden, die unter der Vegetation verborgen sind. Ein Nachteil ist der hohe Preis.

Gegenüber der klassischen Datenerfassung haben alle diese Methoden viele Vorteile, wobei ihre Anwendung von den Fähigkeiten und Erfahrungen der Anwender abhängig ist.

Abschließend muss die Notwendigkeit der Verbindung der dargestellten Herangehensweisen betont werden. Die einzelnen Methoden untersuchen nämlich ein und dasselbe Objekt – den landschaftlichen Raum. Keine der Praktiken sollte isoliert angewendet werden, die Ergebnisse der Interpretation sollten mit weiteren Datenquellen verglichen werden. Ein untrennbarer Bestandteil für die Nutzung der neuen Methoden zur Geodaten-erfassung ist eine Verifizierung der erreichten Ergebnisse. Wichtig ist auch die enge Zusammenarbeit der Archäologen und Geoinformatiker bei der Interpretation der Daten.