

Literatur

Rudolf Bergmann, Die Stadtwüstung Blankenrode am Südrand der Paderborner Hochfläche. Archäologie in Westfalen-Lippe 2010, 2011, 160–164 <<https://doi.org/10.11588/aiw.2011.0.26644>>. – **Joris Coolen/Volkmar Schmidt**, Von abgefahren zu abgehoben – Geomagnetik am »Römerlager« Kneblinghausen. Archäologie in Westfalen-Lippe 2020, 2021, 255–258 <<https://doi.org/10.11588/aiw.2021.91427>>. – **Ole Risbøl/Lars Gustavsen**, LiDAR from Drones Employed for Mapping Archaeology – Potential, Benefits and Chal-

lenges. Archaeological Prospection 25/4, 2018, 329–338 <<https://doi.org/10.1002/arp.1712>>. – **Volkmar Schmidt u. a.**, Towards Drone-based Magnetometer Measurements for Archaeological Prospection in Challenging Terrain. Drone Systems and Applications, 29. Mai 2024 <<https://doi.org/10.1139/dsa-2023-0128>>. – **Andreas Steile u. a.**, Drone-based Magnetometer Prospection for Archaeology. Journal of Archaeological Science 158, 2023, 105818 <<https://doi.org/10.1016/j.jas.2023.105818>>.

Dokumentieren in der Finsternis – montanarchäologische Grabungstechnik in Südwestfalen

Verschiedene Kreise, Regierungsbezirk Arnsberg

Fabian Geldsetzer,
Lutz Cramer

In den letzten Jahren wurde die Außenstelle Olpe vermehrt mit untertägigen Strukturen aus der Zeit des Zweiten Weltkrieges konfrontiert, die es archäologisch zu erfassen galt. Die Anlässe hierfür sind vielfältig. Häufig sollen die Anlagen aufgrund der Verkehrssicherungspflicht oder des Umweltschutzes dauerhaft verschlossen werden. In selteneren Fällen sind Bauvorhaben der Grund für den Einsatz unter Tage. Gerade im Innenstadtbereich werden mittlerweile, dem Mangel an Baugrund geschuldet, Flächen entwickelt, deren Belastung durch Bunker, Deckungsgräben usw. früher eine Bebauung zu kostspielig machte. Diese Maßnahmen führten zusammen mit den montanarchäologischen Projekten der Außenstelle zur Entwicklung eines Workflows bezüglich der Dokumentation unter Tage. Dank dieses Erfahrungsschatzes konnten 2023 mehrere, teilweise sehr große und komplex aufgebaute Untertageverlagerungen (UV) erstmals umfänglich dokumentiert werden.

Im Vorfeld der Dokumentation muss eine Prospektion des zu untersuchenden Objektes erfolgen. Es werden obertägige Anomalien aufgesucht, die im Zusammenhang mit der untertägigen Anlage stehen können, wie Feldbefestigungen oder Flakstellungen. Dadurch wird ein erster Eindruck vom Objekt gewonnen. Aber auch nach möglichen Zugängen (Mundlöcher) wird Ausschau gehalten. Danach wird eine erste Befahrung unter



Tage vorgenommen. Bei der untertägigen Prospektion werden erste Erkenntnisse über den Anlagenaufbau gewonnen und eine Strategie für die anschließende Dokumentation entworfen (Abb. 1). Da oft für die Einsätze ein eng begrenzter zeitlicher Rahmen vorgegeben ist, muss die Dokumentation möglichst schnell erfolgen. Außerdem werden Sicherheitsaspekte geprüft: Gibt es Bereiche, die einsturzgefährdet sind? Welche Strecken sind die kürzesten bis zum Ausgang? Wird besonderes Equipment z. B. für ein sicheres Abseilen benötigt?

Bei den im Jahr 2023 dokumentierten UVs bewährte sich eine Aufteilung der Fachkräfte in die Teams Beschreibung, Fotografie, Vermessung und 3-D-Laserscan. Das jeweils be-

Abb. 1 Bei der untertägigen Prospektion werden die Strukturen zunächst ohne viel Equipment erkundet. Wie hier in der Schwalbe 1 werden dabei u. a. Verbruchzonen hinsichtlich ihres Gefahrenpotenzials evaluiert (Foto: LWL-Archäologie für Westfalen/T. Poggen).

Abb. 2 Genauso wie bei einer Grabung ist eine gute Beschreibung notwendig. Unter Tage wird das Schreiben und Skizzieren durch Feuchtigkeit und Dunkelheit erschwert. Umso wichtiger ist es, sich die Zeit für diesen Dokumentationsschritt zu nehmen (Foto: LWL-Archäologie für Westfalen/T. Poggel).

Abb. 3 Dieser Drohnenflug wurde in der Schwalbe 1 durchgeführt. Bei dem untertägigen Fliegen sind die Sichtverhältnisse entscheidend, weswegen Mitarbeitende den Bereich erhellen (Foto: LWL-Archäologie für Westfalen/T. Poggel).

nötigte Personal wird der Größe der Anlage angepasst. Alleine um das Equipment in die Anlagen zu tragen, werden mehrere Mitarbeitende benötigt. So waren beispielsweise bei der Dokumentation der mehrere Kilometer umfassenden UV »Schwalbe 1« bei Hemer, Märkischer Kreis, (s. Beitrag S. 204) bis zu zehn Fachkräfte gleichzeitig im Einsatz.

Ein bis zwei Personen übernehmen die Beschreibungen. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, die Strukturen der Anlage zu beschreiben und zu skizzieren (**Abb. 2**). Wichtig dabei ist, auf Besonderheiten wie Indizien zur Art des Stollenvortriebes zu achten. Auch mögliche Funde wie Bohrgestänge *in situ* werden von ihnen beschrieben und, nach der Dokumentation durch die folgenden Teams, unter Umständen geborgen. Von den vier Teams ist diese Gruppe die schnellste und flexibelste. Daher fällt ihr auch die Aufgabe zu, so genannte Targets, Markierungen, die nach

der Einmessung zur Referenzierung des 3-D-Modells dienen, in den Stollen vor dem Eintreffen des Vermessungs- bzw. des 3-D-Laser-scan-Teams zu platzieren. Da die Anzahl von vorgefertigten Zieltafeln als Targets begrenzt ist und eine wiederholte Umsetzung dieser viel Zeit kostet, bewährte sich der Einsatz eines Akku-Bohrhammers und von Kreidespray. Mit dem Bohrhammer wird ein kleines Loch in den Stoß (Wand) gebohrt und anschließend mit wasserlöslichem Kreidespray markiert. Beides ist nachher im 3-D-Scan für die Referenzierung erkennbar. Häufig kann das Team aufgrund seiner Flexibilität zudem als Springer bei den anderen aushelfen.

Das Fotografie-Team besteht in der Regel aus zwei bis drei Personen. Als Lichtquelle werden leistungsstarke Taschenlampen verwendet, mit denen »Licht-Malen«, also das Ausleuchten von Bereichen durch das Schwenken der Lampe, durchgeführt wird. In Kombination mit einer auf einem Stativ fixierten Spiegelreflexkamera mit Weitwinkelobjektiv und eingestellter Langzeitbelichtung gelingen Fotos mit Bildtiefe. In größeren Hohlräumen werden vermehrt Helfende benötigt. Denn diese dienen einerseits als »Malerinnen und Maler«, anderseits als Maßstäbe im Fotomotiv. Für eine optimale, spätere Nachbearbeitung werden die Fotos sowohl im JPG- als auch im RAW-Format aufgenommen. In Untertageverlagerungen ist es durchaus möglich, Drohnen-Fotos zu erstellen (**Abb. 3**). Hierbei ist neben dem Halten von genügend Abstand zur Firste (Decke) und zum Stoß zu beachten, dass die Taschen- und vor allem Helmlampen nicht direkt in die Drohnenkamera strahlen.

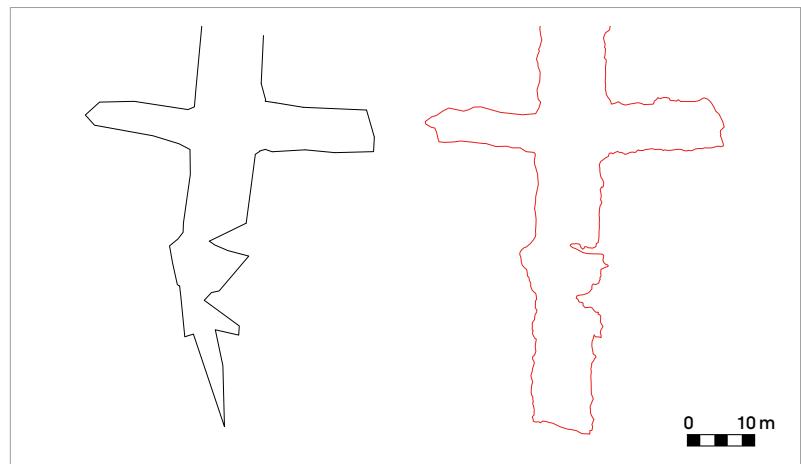
Eine Problematik bei der Vermessung stellt das schwierige Gelände dar. Mittels eines offenen Polygonzuges werden obertägige Koordinaten nach unter Tage gelegt. Herausfordernd ist dabei, geeignete Standorte für die Tachymeter-Stative zu finden. Ein offener Polygonzug wird bevorzugt, da ein geschlossener zu zeitintensiv und je nach den Gegebenheiten nicht umsetzbar ist. Aufgrund dieser Hindernisse besteht das Team aus drei Personen. Eine Person ist für das vorbereitende Aufstellen der Stative und das Anleuchten der Punkte zuständig. Es ist unabdingbar, die Stativstandorte vorraus-schauend zu wählen, damit alle zu dokumentierenden Punkte und der nächste Stand-



ort angezielt werden können. Ein weiterer Aufgabenbereich ist das Führen eines Messprotokolls. Darin werden Skizzen von der Lage der Targets, Fehler bei Messungen und für jede Tachymeter-Stationierung die von dort eingemessenen Punkte festgehalten. So wurden z. B. für »Schwalbe 1« ca. 3500 Einzelpunkt-Einmessungen vorgenommen, deren Auswertung trotz der vorherigen Codierung und Attributierung im Tachymeter ohne Protokoll schwer realisierbar wäre. Das Team wird komplettiert von jemandem, der das Tachymeter bedient und regelmäßig Ansagen zum Protokoll gibt. Die Punkte werden stets in derselben Reihenfolge eingemessen z. B. Firste, Stoß, Sohle (Boden), Targets. Im Vorfeld wird festgelegt, worauf sich die Vermessung fokussieren soll, abhängig von der wissenschaftlichen Zielsetzung.

Den Gegebenheiten geschuldet sollten alle im Team jede Position ausführen können. Teilweise müssen Engstellen überbrückt werden, wo es praktikabler ist, dass die Vermessung von einer Person ausgeführt wird, die die Engstelle bereits im Vorfeld passiert hat.

Das zweiköpfige 3-D-Laserscan-Team verwendet einen Leica BLK 360. Dieser kompakte 3-D-Scanner hat eine Reichweite von 60 m und kann einen Scavorgang, je nach Einstellungen, in unter drei Minuten durchführen (Abb. 4). Dabei tastet er mittels Laser die umgebenden Strukturen ab und erzeugt eine 3-D-Punktwolke. Die an verschiedenen Standorten erstellten Punktwolken werden von dem Gerät automatisch verknüpft, wodurch eine zusammenhängende Wolke entsteht. In der Nachbearbeitung wird daraus das Modell generiert. Der ursprünglich aus dem Bauwesen stammende Scanner bietet aufgrund seiner geringen Größe enorme Vorteile unter Tage. Es ist möglich, mit ihm Engstellen zu passieren und zu scannen, die mit dem Tachymeter nur schwer erreichbar wären. Bei den 3-D-Modellen wird auf eine farbliche Texturierung verzichtet, weil das den Scanprozess verlangsamen würde und an der Aussagekraft nichts ändert. Ein 3-D-Scan bietet neben der dreidimensionalen Visualisierung gegenüber der tachymetrischen Aufnahme den Vorteil, dass die Ausmaße einer Anlage detailreich eingemessen werden (Abb. 5). Limitiert ist der Scanner bei sehr gleichförmigen Strukturen wie z. B. Tunneln, bei denen das automatische Verbinden von Punktwolken kaum mög-



lich ist. Dem kann entgegengewirkt werden, indem ein prägnanter Gegenstand im Scanbereich positioniert wird.

Mithilfe dieser Vorgehensweise wurden die UVs »Umber« (Iserlohn, Märkischer Kreis), »Schwalbe 1« und »Birk« (Heinsberg, Kreis Olpe) 2023 erfolgreich dokumentiert, wobei allein in »Schwalbe 1« ca. 60 Arbeitsstunden unter Tage benötigt wurden. 2024 soll die UV »Rump« in Hagen folgen.

Summary

The Olpe branch of the LWL Archaeology Unit has developed a workflow system for documenting underground structures. It divides the work into various tasks, with different teams being in charge of describing, taking photographs of, surveying and laser scanning the features.

Samenvatting

Op basis van eerdere ervaringen ontwikkelde de Außenstelle Olpe een workflow voor de documentatie van ondergrondse complexen.

Abb. 4 Ein Kollege bereitet den 3-D-Laserscan am Tablet vor. Im Hintergrund befindet sich ein mit Kreidespray markiertes Target (Fotos: LWL-Archäologie für Westfalen/T. Poggel).

Abb. 5 Im 2-D-Plan (hier ein Ausschnitt aus dem Plan von »Schwalbe 1«) werden die Unterschiede zwischen einer tachymetrischen (links) Erfassung und einem zusätzlichem 3-D-Laserscan (rechts) deutlich: Zwar erfasst die klassische Vermessung die reinen Ausmaße einer untertägigen Anlage, jedoch können viele Details nicht aufgenommen werden. Ferner konnte hier im Beispiel das Tachymeter nicht weiter in dem Stollen versetzt werden, da es schlichtweg zu sperrig war (Grafik: LWL-Archäologie für Westfalen/F. Geldsetzer, T. Poggel).

Uitgangspunt hierbij is een werkverdeling, waarbij documentatie in verschillende stappen wordt uitgevoerd door de teams beschrijving, fotografie, opmeting en laserscan.

Literatur

Lillian Roos/Jens-André Paffenholz, Anwendung des Laserscannings zur Modellierung untertägi-

ger Hohlräume im Harzer Altbergbau. In: Wilfried Ließmann/Oliver Langefeld/Matthias Bock (Hrsg.), Dürchtig und des Markscheidens verständig und geschickt befunden. Zum Kolloquium Vermessungstechnik und Grubenrisse im Bergbau einst und heute am 3. Juni 2023 in Goslar (Clausthal-Zellerfeld 2023) 129–148.

Klimawandel und Technisierung versus Archäologie – Monitoring im Forst

Sandra Peternek,
Manuel Zeiler

Mehrere Kreise, Regierungsbezirke Arnsberg und Münster

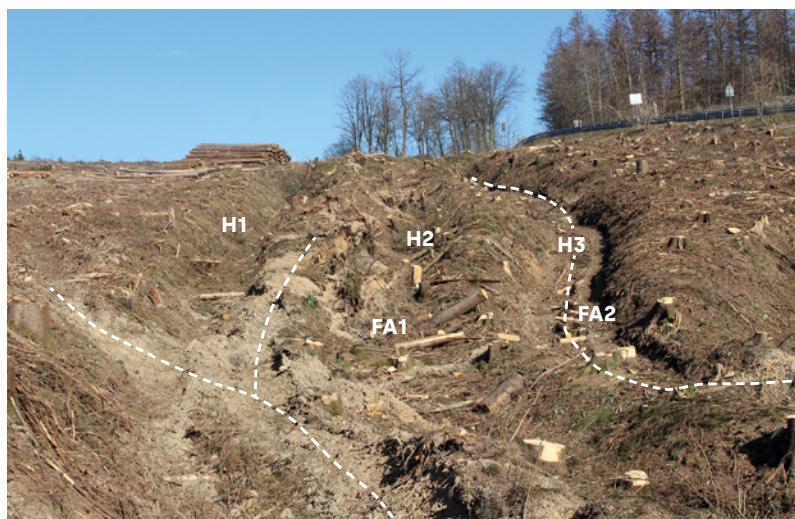


Abb. 1 Plettenberg:
Dieses Hohlwegbündel (H1–3) wurde durch Durch- und Überfahren (weiß gestrichelte Linien) massiv geschädigt. Dabei wurden Forstabfälle tief in den Untergrund eingedrückt (FA2) und ganze Hohlwege durch Verfüllen mit Forstabfällen nahezu unkenntlich gemacht (FA1) (Foto: LWL-Archäologie für Westfalen/M. Zeiler).

Insbesondere der Ackerbau vernichtete über Jahrtausende ganze Kulturlandschaften außerhalb der bewaldeten Regionen. Während dort Wälle, Grabhügel oder Terrassierungen eingegeben sowie Befunde abgetragen wurden (z. B. durch Flurbereinigungsmaßnahmen), galten Wälder als Schutzräume für archäologische Fundstellen. Die Nutzung der Flächen durch Hoch-, Mittel- oder Niederwaldwirtschaft verursachte keine massiven Bodeneingriffe. Selbst die saisonale Beackerung seit der Neuzeit im Siegerland (»Haubergswirtschaft«) löschte Reliefstrukturen von Bodendenkmälern im Gelände meist nicht aus.

Leider hat sich diese Situation seit dem Beginn des 21. Jahrhunderts fundamental geändert. In waldreichen Regionen kommt es zunehmend zum großräumigen Verlust denkmalwerter Substanz (**Abb. 1**). Die globale Kli-

maerwärmung in Kombination mit der zunehmenden Technisierung der Forstwirtschaft bilden die Ursachen für einen erhöhten bodendenkmalflegerischen Handlungsbedarf.

Die globale Erwärmung hat zunehmend Orkane bzw. orkanartige Stürme zur Folge sowie gleichzeitig langanhaltende, mehrjährige Trockenphasen. Ersteres bewirkt großflächigen Windbruch, Letzteres Austrocknungsfolgeerscheinungen. Hierzu zählt beispielsweise der Borkenkäfermassenbefall in den Fichtenplantagen Südwestfalens, der zum Absterben tausender Hektar Bäume führte. Diese Kalamitäten (Forstsäden) zwingen die Forst Eigentümer dazu, in kurzer Zeit große Mengen Bäume zu ernten und fortzuschaffen. Da gerade aber bei überregionalen Kalamitäten der Holzpreis fällt, sind die Forstwirte zu preisgünstigen Ernte- und Transportmethoden gezwungen. Folglich werden zunehmend entweder immer größere Ernte- und Transportfahrzeuge (Harvester/Forwarder) beauftragt oder eigene kleinere Fahrzeuge (Traktoren) eingesetzt und das Holz herausgeschleift. Bei beiden Methoden entstehen Bodeneingriffe von bis zu 1,5 m Tiefe. Dabei handelt es sich um Schleifspuren, die beim Bewegen der Stämme mit den Rückefahrzeugen entstehen.

Das Denkmalschutzgesetz Nordrhein-Westfalen verpflichtet zu einer denkmalschonenden Waldwirtschaft. Bodeneingriffe, die Bodendenkmäler zerstören, können sanktioniert werden. Bei vorsätzlichen Verstößen gegen das DSchG NRW können erhebliche Geldbußen erhoben werden. Zudem kann die