



1

Bei der Prospektion unter Tage wird die Sicherheit der Anlage überprüft (Foto: LWL-AfW/T. Poggel).

Fabian Geldsetzer & Daniel Riemenschneider

# Die Untertageverlagerung Schwalbe 1

Eine Übersicht der montanarchäologischen Dokumentationsweise

Seit einigen Jahren werden wir, die Außenstelle Olpe des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe – Archäologie für Westfalen (LWL-AfW), regelmäßig mit untertägigen Bodendenkmälern wie Stollen, Bunker und Tunnel konfrontiert, die aus den unterschiedlichsten Gründen archäologisch erfasst werden müssen. Daher entwickelte das Team einen Workflow, der bei unserer bislang größten untertägigen Maßnahme dieser Art, der Dokumentation der Untertageverlagerung (UV) „Schwalbe 1“, zum Einsatz kam.

Die Untertageverlagerungen gehörten zu einer ganzen Reihe geheimer Bauprojekte, die ab 1944 im sogenannten Geilenberg-Programm vom nationalsozialistischen Regime umgesetzt wurden. Dieses Programm war in die „Organisation Todt“ eingegliedert und unterstand somit Albert Speer. Ziel war es, die kriegswichtigen Produktionsstätten vor allem der Rüstungsindustrie und der Treibstoffproduktion vor alliierten Angriffen zu schützen. Um den seit 1944 stark zunehmenden Luftangriffen auszuweichen, wurde damit begonnen, die Produktionsstätten unter Tage zu verlagern, um so vor Bombenangriffen geschützt zu sein. Soweit bislang bekannt, wurden

in unserem Einsatzgebiet in Südwestfalen mehr als 30 Objekte dieser Art geplant und teilweise umgesetzt.

In der Nähe von Hemer im Märkischen Kreis (Sauerland) befindet sich die größte und bedeutendste Anlage dieser Art in Nordrhein-Westfalen, die UV „Schwalbe 1“. Hier sollte in einem als Kalksteinbruch genutzten Gelände ein unterirdisches Hydrierwerk entstehen. Dieses sollte die Produktion und den dringend benötigten Nachschub von Flugzeugbenzin sicherstellen. Bei den im Herbst 1944 begonnenen Baumaßnahmen wurden tausende Zwangsarbeiter:innen eingesetzt. Die Arbeiten fanden aufgrund der vorrückenden alliierten Streitkräfte bereits im März 1945 ihr Ende, sodass die Anlage nie fertiggestellt wurde. Nach Kriegsende wurde das Areal weiter als Steinbruch genutzt, wobei große Bereiche der Anlage zerstört und zum Teil zugeschüttet wurden.

Obwohl sich seit den 1970er Jahren Vereine und ehrenamtliche Personen für die Erforschung und Unterschutzstellung des Areals engagieren, konnte bislang keine vollständige und



exakte Kartierung der noch vorhandenen Hohlräume erstellt werden. Auch eine Eintragung als Bodendenkmal in die Denkmalliste der Stadt Hemer war nicht möglich, da die Gesamtanlage einschließlich der dazugehörigen Außenanlagen wie Gefangenenlager, Flakstellungen, Feldbefestigungen sowie Straßen und Gleisanlagen nur schwer abzugrenzen ist. Um diesen wichtigen Ort der Erinnerungskultur erhalten und schützen zu können, wurde eine Dokumentation der Anlage mit Fokus auf das untertägige Stollensystem notwendig. Unsere dreiwöchigen Arbeiten im Sommer 2023 sollen daher im Folgenden in ihrer Methodik und Vorgehensweise näher beschrieben werden.

Vor Beginn der eigentlichen Dokumentationsarbeiten wurde zunächst die Peripherie der Anlage ausgiebig prospektiert. Dabei fand eine Überprüfung des Erhaltungszustandes der Feldbefestigungen, Flakstellungen etc. statt. Auch die Lage der befahrbaren Stollenmundlöcher sowie deren Zugänglichkeit wurden festgestellt. Bei der anschließenden Prospektion unter Tage verschafften wir uns eine erste Übersicht über den Aufbau der Anlage (Abb. 1). Wichtig war es dabei, Gefahrenzonen zu erkennen, die bei den späteren Arbeiten umgangen werden mussten. Sicherheit hat bei Arbeiten unter Tage höchste Priorität. Denn je nach geologischer Schichtung des Gesteins können an einigen Stellen Teile der Firste (Decke) instabil sein und herabfallen. Die Größe dieser noch in der Firste verbliebenen Versturzbrocken, sogenannte Sargdeckel, variiert zwischen mehreren Zentimetern und der Größe von kleineren LKWs. Einige Bereiche des Stollensystems waren durch größere Verbruchzonen gekennzeichnet. Vermutlich sind Teile der Firste aufgrund von Erschütterungen durch Sprengungen während der nachkriegszeitlichen Steinbruchnutzung herabgestürzt.

Ein weiteres Ziel der Prospektion war es, fundiert beurteilen zu können, welche Ausrüstung für die Dokumentationsarbeiten erforderlich sein würde. Neben der persönlichen Schutzausrüstung für alle Mitarbeitenden wie Helme mit Geleucht, Schläze (Overall für die Höhlenbefahrung), Handschuhe und S3-Gummistiefel kamen Ausrüstungsgegenstände wie ein Erste-Hilfe-Set, Seile und ein Laser-Distanzmesser (Leica Disto) zum Einsatz. Zusätzlich wurde ein Gasmessgerät benötigt, welches vor schlechten Wettern (gesundheitsgefährdenden Gasen, die sich unter Tage anreichern können) warnt. Zuletzt musste das für die Dokumentation erforderliche Equipment mitgenommen werden, darunter Stative, Hochleistungstaschenlampen, Kameras, Tachymeter und 3D-Scanner mit Tablet. Transportiert wurde das Material in Schleifsäcken, die aus robusten, wasserabweisenden Textilien gefertigt sind.

Da die „Schwalbe 1“ aufgrund ihrer riesigen Dimensionen nur schwer zu bewältigen ist, teilten wir uns in vier spezialisierte Dokumentationsteams für die Aufgabenbereiche: Beschreibung, Vermessung, Fotografie und 3D-Scan auf. Die Vorgehensweisen werden im Folgenden einzeln erläutert.

### Die Beschreibung

Ein besonderes Augenmerk des zweiköpfigen Beschreibungsteams lag neben der allgemeinen Beschreibung des Stollenaufbaus auf der Identifizierung der verschiedenen Vortriebsarten. Die verschiedenen Arbeitstrupps aus Zwangsarbeitern wendeten uneinheitliche Techniken des Stollenbaus an, eine Absprache untereinander erfolgte offenbar kaum. Das Beschreibungsteam dokumentierte die Arbeitsspuren mit Skizzen und Notizen. Seltene Funde aus der Bauphase der Stollen wie Werkzeuge, z. B. Bohrgestänge, wurden in situ dokumentiert und nach dem Eintreffen der anderen Teams vorsichtig

2 Bohrpfeifenlöcher wie hier im Bild lieferten Erkenntnisse über die Arbeitsweise unter Tage (Foto: LWL-AfW/T. Poggel)







geborgen (Abb. 2). Das Beschreibungsteam zeichnete sich durch eine gewisse Flexibilität bei der Arbeit aus, sodass die Teammitglieder auch als „Springer“ in den anderen Gruppen aushelfen konnten. Des Weiteren konnten sie vorbereitende Arbeiten wie das Anbringen der Targets (Passpunkte) für den nachfolgenden 3D-Laserscan durchführen. Als Targets bewährten sich kleine, mit einem Akku-Bohrhammer gebohrte Löcher an den Stößen (Wänden) der Hohlräume, welche zusätzlich mit wasserlöslichem Kreidespray markiert wurden. Dadurch konnte das 3D-Scan-Team autark arbeiten, ohne auf das Einmessen und bei der Verwendung vorgefertigter Zieltafeln ggf. nötiges Umsetzen warten zu müssen.

### Die Vermessung

Bei der Vermessung wurden neben den Targets auch Nivelements von der Firste und der Sohle (Boden), strukturelle Besonderheiten (z. B. Schächte, Klüfte und Halden) sowie die Kontur der Hohlräume aufgenommen. Dadurch war es möglich, die Ausmaße der Anlage zu erfassen. Die Einmessung der Punkte erfolgte in einer vorher bestimmten Reihenfolge welche darauf abzielte die Stollen in sinnvollen Strecken zu durchqueren und dabei zu vermessen. In der daraus entstandenen Routine konnten keine Punkte übersehen werden. Zusätzlich führte das Vermessungsteam ein handschriftliches Messprotokoll. Es beinhaltete Skizzen zu der Lage der Targets, eventuelle Fehler bei den Messungen und die von jeder Tachymeter-Stationierung aus eingemessenen Punkte (Abb. 3). In der Nachbearbeitung waren die Informationen des Protokolls neben den Codierungen und Attributierungen im Tachymeter äußerst hilfreich. Während der Kampagne in „Schwalbe 1“ wurden ca. 3500 Einzelpunkteinmessungen vorgenommen.

Gemessen wurde mit einem Leica Tachymeter TS 07, das über einen offenen Polygonzug versetzt wurde. Durch diese Vorgehensweise war es möglich, Koordinaten von über Tage nach unter Tage zu messen. Ein geschlossener Polygonzug war aufgrund der Größe der Anlage und des damit verbundenen Zeitaufwandes nicht sinnvoll umsetzbar. Die größte Herausforderung bei der Vermessung stellte das unwegsame

3 Das dreiköpfige Vermessungsteam im Einsatz: Vermesser, Protokollant und Anleuchter (Foto: LWL-AfW/T. Poggel).

4 Engstellen und Schlamm erschwerten das Umsetzen des Tachymeters. Hilfreich bei der Vermessung war der Laserpointer des Gerätes (Foto: LWL-AfW/T. Poggel).

Gelände dar. Die Standorte für die Tachymeter-Stationen mussten daher vorausschauend gewählt werden. Ferner mussten Engstellen überwunden werden. Die Dunkelheit erforderte das Ausleuchten der zu messenden Punkte mit einer Taschenlampe und das Einschalten des Laserpointers im Tachymeter (Abb. 4). Die Anpeilung an die Punkte erfolgte meistens über Zuruf von der Person, die diese anleuchtete. Aufgrund dieser Schwierigkeiten bzw. Aufgaben bestand das Vermessungsteam aus mindestens drei Personen.

### Die Fotografische Dokumentation

Auch das Fotografierteam bestand in der Regel aus drei Personen, wobei neben dem Fotografen zwei Personen als „Statist:innen“ oder „Ausleuchter:innen“ dienen. Um dunkle Hohlräume für die Fotos zu erhellen, wurde „Lichtmalerei“ betrieben, also durch Schwenken der Taschenlampe alle dunklen Bereiche ausgeleuchtet, während mit Stativ und Langzeitbelichtung fotografiert wurde. Je nach Fotomotiv wurde die „Malerei“ vom Fotografen und/oder den Kolleg:innen im Team durchgeführt. Häufig wurden Personen als Maßstab in das Motiv positioniert, um die Dimensionen der Anlage zu verdeutlichen (Abb. 5). Um keine Bewegungsunschärfe zu generieren, durften die Personen im Bild sich für die Dauer der Aufnahme nicht bewegen. Verwackelungen am Stativ wurde mit aktiviertem Selbstauslöser entgegengewirkt. Die Kamera war mit einem Weitwinkelobjektiv ausgerüstet. Eine Silikonhülle um die Kamera vor Schmutz und ein UV-Filter um die Linse vor der Feuchtigkeit unter Tage zu schützen kamen ebenfalls hinzu.

Die Fotos wurden in den Dateiformaten JPG und RAW aufgenommen, um bei der späteren Nachbearbeitung eine Optimierung der Bilder vornehmen zu können. Die Erstellung von Drohnen-Fotos und -Videos war in „Schwalbe 1“ ebenfalls möglich, da die Hohlräume streckenweise eine Firshöhe von





ca. 12 m besaßen. Bei diesen Aufnahmen musste ein ausreichender Abstand zu der Firste und dem Stoß eingehalten und darauf geachtet werden, dass die Helmlampen nicht nach oben in die Kameralinse gerichtet waren.

### 3D-Scan

Als 3D-Scanner verwendete das zweiköpfige Team den spritzwasser- und staubgeschützten Leica BLK 360 G1. Das Gerät ist aufgrund seiner geringen Größe ideal für den Einsatz unter Tage geeignet, da auch Engstellen problemlos mit ihm durchquert werden können (Abb. 6). Ausgerüstet mit einem LiDAR-Sensor erfasst der Scanner 360000 Punkte pro Sekunde bei einem Sichtfeld von 300° x 360° und einer Reichweite von 65 m. Der Scanvorgang kann je nach Einstellung der Dichte der Punktwolke bis zu wenigen Minuten dauern. In „Schwalbe 1“ entschieden wir uns, ohne Farbtexturierung zu scannen, was den Prozess merklich verkürzte. Eine farbechte Texturierung wäre zudem nur möglich gewesen, wenn die entsprechenden Scan-Standorte aufwendig ausgeleuchtet worden wären. Dies

- 5 Bei der untertägigen Fotografie werden Personen als Maßstab in das Bildmotiv gestellt (Foto: LWL-AfW/T. Poggel).

wäre nicht umsetzbar gewesen und der Fokus der Kampagne lag ja auf dem Erfassen der untertägigen Dimension der Anlage. Bedient wurde der Scanner mit einem iPad Pro 12,9“ mit 2 TB Arbeitsspeicher. Die an den verschiedenen Standorten erstellten Punktwolken wurden auf dem iPad automatisch miteinander verknüpft. Dies konnte bei Bedarf auch manuell vollzogen werden. Wie bei den Fotos wurden auch hier möglichst reglos stehende Personen als Maßstab in die Scanbereiche platziert. In der Nachbearbeitung wurden die Punktwolken bzw. das Modell mit der Software Leica Cloudworx bearbeitet, woraus wiederum 2D-Pläne wie z. B. Saigerrisse (senkrechte Stollenschnitte) erstellt wurden. Im Vergleich zur tachymetrischen Vermessung sind diese Pläne, die anhand der 3D-Modelle erstellt wurden, wesentlich detailreicher (Abb. 7).

- 6 Der 3D-Scanner kann zusätzlich auf einem Stativ montiert werden (Foto: LWL-AfW/T. Poggel).







7 Noch zu ergänzendes Modell des Stollensystems. Die Strecke zwischen Punkt A und Punkt B beträgt 545 Meter (Grafik LWL-AfW/T. Poggel).

Aber auch mit dem Tachymeter konnten die grundlegenden Strukturen der Stollenanlage vollständig erfasst werden.

Insgesamt gelang es uns in der Kampagne 2023 die untertägigen Strukturen von „Schwalbe 1“ weitgehend zu dokumentieren. Anhand der erstellten Pläne lassen sich der Verlauf und die ursprünglich geplanten Dimensionen der Untertageverlagerung rekonstruieren. Auch über den harten Arbeitsalltag der Zwangsarbeiter:innen, wie z. B. deren Arbeitsorganisation, konnten neue Erkenntnisse gewonnen werden. Eine vollständige Eingrenzung des Gesamtkomplexes „Schwalbe 1“ ist jedoch bislang nicht möglich. Zu weiträumig ist das Netz der zugehörigen Feldbefestigungen, Flakstellungen und Zwangsarbeiterlager.

Aus grabungstechnischer Perspektive bewährte sich unser über die Jahre erarbeiteter Workflow auch im komplexen Stollensystem von „Schwalbe 1“. Er ermöglicht uns auch in Zukunft eine umfassende Erfassung derartiger untertägiger Bodendenkmäler. Gerade diese Orte der Erinnerungskultur sind es wert dokumentiert und geschützt zu werden, um sie einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Wo dies an den ursprünglichen Standorten nicht (mehr) möglich ist, kann aus den erhobenen Daten ein visueller Einblick in die jüngere Vergangenheit gewonnen und angeboten werden.

**Fabian Geldsetzer**

LWL-Archäologie für Westfalen Außenstelle Olpe  
*Fabian.Geldsetzer@lwl.org*

**Daniel Riemenschneider**

LWL-Archäologie für Westfalen Außenstelle Olpe  
*Daniel.Riemenschneider@lwl.org*