

Die Vermessung des Erdstalls am Petersberg in Kissing mittels 3D-Laserscanning

Martin Müller, Markus Hilpert

Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Müller, Martin, and Markus Hilpert. 2023. "Die Vermessung des Erdstalls am Petersberg in Kissing mittels 3D-Laserscanning." Der Erdstall, no. 48-49: 82-98.

Nutzungsbedingungen / Terms of use:

licgercopyright

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under these conditions:

Deutsches Urheberrecht

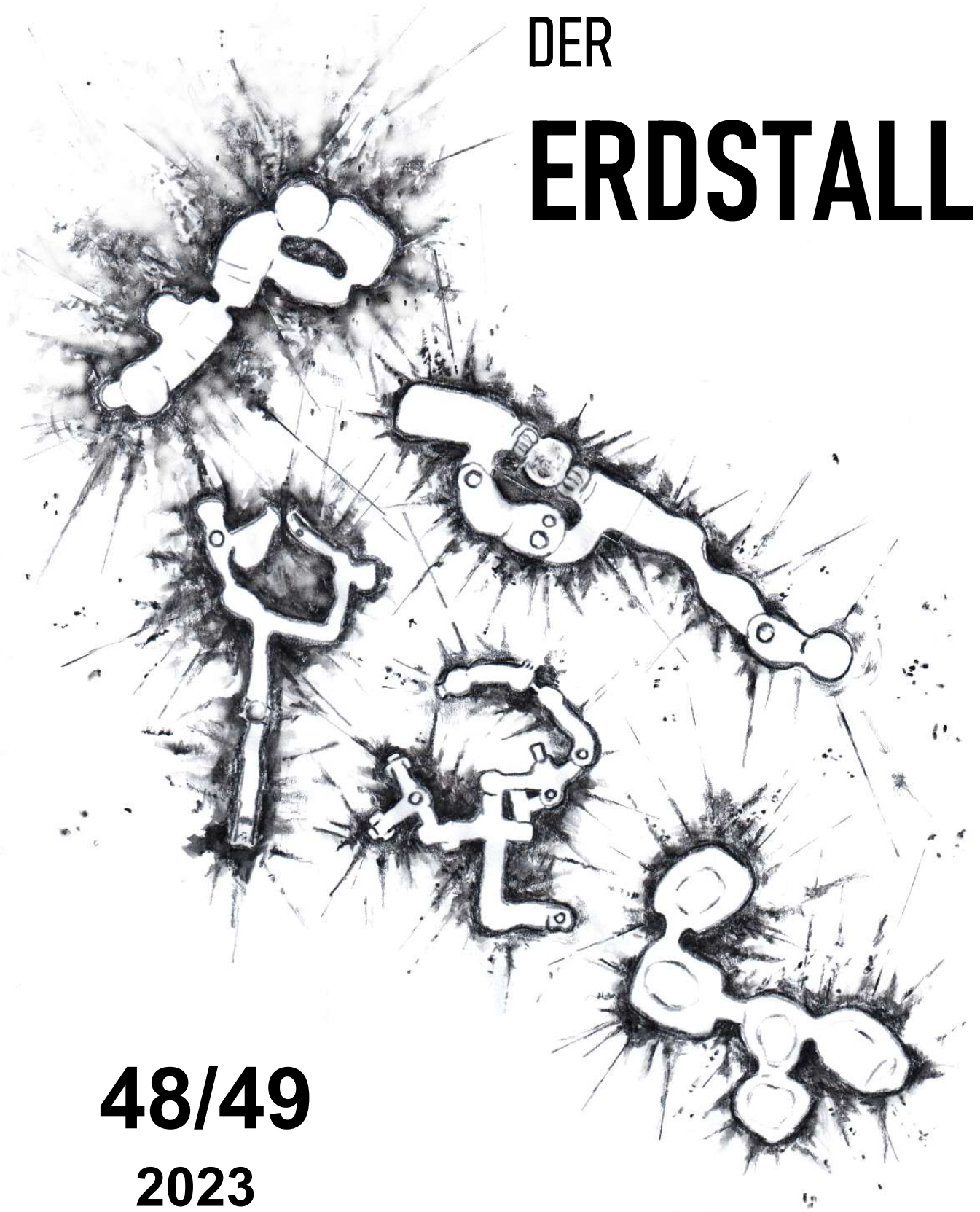
Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:

<https://www.uni-augsburg.de/de/organisation/bibliothek/publizieren-zitieren-archivieren/publiz/>



ISSN 0343-6500

DER ERDSTALL



48/49
2023

HEFTE DES ARBEITSKREISES FÜR ERDSTALLFORSCHUNG

Herausgeber:

Arbeitskreis für Erdstallforschung e. V.

1. Vorsitzender: Dr. Otto Cichocki Spaungasse 23/16, A-1200 Wien
2. Vorsitzender: Dr. Ralf Keller Bricciusstraße 11, D-72108 Rottenburg
Schatzmeister: Dr. Martin Müller
Schriftführer: Frank Heudorf
Ehrenvorsitzende: Regine Glatthaar

Internet: www.erdstall.de

E-Mail: info@erdstall.de

Bankverbindung: Sparkasse Roding / Cham, IBAN: DE39 7425 1020 0380 2944 39

Mitglied im Arbeitskreis kann jede natürliche oder juristische Person werden. Die Mitarbeit im Arbeitskreis ist grundsätzlich ehrenamtlich und geschieht in eigener Verantwortung. Der Mitgliedsbeitrag liegt derzeit bei 25 € im Jahr und beinhaltet den Bezug von DER ERDSTALL.

DER ERDSTALL 48/49 (2023)

In DER ERDSTALL werden Beiträge veröffentlicht, die der Erforschung und Deutung künstlicher Höhlen dienen. Für die Beiträge tragen die Verfasser die Verantwortung.

Schriftleitung: Heike Gems-Müller

Layout: Heike Gems-Müller

Satz: Dr. Martin Müller, Heike Gems-Müller

Umschlagbild: Heike Gems-Müller

Bild Seite 1: Herbert Wolf

Herstellung: Druckerei Köhler & Co. GmbH, D-63768 Hösbach

Autoren und Autorinnen dieser Ausgabe:

Dieter Ahlborn, Graß 12, D-85653 Aying

Werner Breuherr, Schwalbenstraße 1b, D-83533 Edling | werner.breuherr@gmx.de

Dr. Otto Cichocki, Spaungasse 23/16, A-1200 Wien | otto.cichocki@univie.ac.at

Dr. Rainer Cramm, Alte Richtenberger Straße 7, D-18437 Stralsund | mail@rainercramm.de

Erhard Fritsch, A-4030 Linz

Heike Gems-Müller, Marienstraße 18, D-63869 Heigenbrücken | gemsmuehle@gmx.de

Marek Gyaneshwarpuri, Ševčenkova 8, CZ-64200 Brno - Bosonohy | yoga@gyaneshwarpuri.cz

Dr. Anja Heidenreich, Memmelsdorferstraße 2a, D-96052 Bamberg | Aheidenreich@yahoo.de

Dr. Markus Hilpert, Univ. Augsburg, Humangeographie | markus.hilpert@geo.uni-augsburg.de

Dr. Alejandro Jiménez | ajharqu@gmail.com

Dr. Ralf Keller, Bricciusstraße 11, D-72108 Rottenburg | ralf.keller@bodenseeraum.de

Manfred Moser, Spitzwegstraße 60, D-93051 Regensburg

Dr. Martin Müller, Marienstraße 18, D-63869 Heigenbrücken | gerstenmueller@gmx.de

Josef Weichenberger, Panholzerweg 28, A-4030 Linz | josef.weichenberger@liwest.at

Übersetzungen ins Französische, Tschechische, Englische:

Sabine Läufer, Mathias-Zintl-Straße 10c, D-93183 Kallmünz | laeufersabine@googlemail.com

Lenka Sieber, Sinterstraße 42, D-42781 Haan-Gruiten | www.lesiczech.de

Dr. Dirk H. Steinforth, Archäologe und Übersetzer | dirksteinforth.wixsite.com/inkant-arts

Nachdruck, Vervielfältigung und Veröffentlichung (auch auszugsweise) nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers.

Inhalt

Otto Cichocki, Michael Weissl, Mario Wallner Erdstallgrabung Eggenburg (Niederösterreich)	6
Erhard Fritsch, Josef Weichenberger Erdstall Köppach, Gemeinde Atzbach, Bezirk Vöcklabruck, Oberösterreich	17
Rainer Cramm Haushaltshilfen aus dem Untergrund: Erdställe und das Erzählmotiv „Ausgelohnt“	30
Martin Müller Die Erforschung des Erdstalls am Petersberg in Kissing	42
Otto Cichocki Die Darstellung der Erdställe im Laufe der Zeit	69
Martin Müller, Markus Hilpert Die Vermessung des Erdstalls am Petersberg in Kissing mittels 3D-Laserscanning	82
Dieter Ahlborn Das Alter der Erdställe im europäischen Vergleich	99
Werner Breuherr Erdstallvermessung mit iPhone	109
Anja Heidenreich, Alejandro Jiménez Underground structures in the abandoned settlement of Cuatrovitas (Prov. Seville, Spain)	124
Martin Müller Die Eignung von Erdställen als Zufluchtsorte in mittelalterlichen Bedrohungsszenarien	147
Werner Breuherr Ringspeicher	160
Marek P. Šenkyřík Entdeckung eines Ossariums mit zwölf bemalten Schädeln in Křtiny	175
Otto Cichocki Miniaturgefäße – auch im Erdstall	180
Heike Gems-Müller Drei Tage in Österreich – drei Ausstellungseröffnungen zur Erdstallthematik	187
Heike Gems-Müller 50 Jahre Arbeitskreis für Erdstallforschung	193
Interviews mit Regine Glatthaar und Manfred Moser	210
Ralf Keller Bericht über die 45. Jahrestagung des Arbeitskreises 2022 in Eggenburg	216
Martin Müller Die räumliche Verteilung der Arbeitskreismitglieder und die Vorstandschronik	221
Manfred Moser Online-Erdstall-Bibliographie	228

Die Vermessung des Erdstalls am Petersberg in Kissing mittels 3D-Laserscanning

Die hier vorgestellte Erdstallvermessung in Kissing (Landkreis Aichach-Friedberg, Bayern) wurde im Jahr 2013 von der *Arbeitsgruppe Kulturlandschaft Augsburg (KULA)*¹ am Institut für Geographie der Universität Augsburg durchgeführt. Sie fand seinerzeit Beachtung in der Regionalpresse²; auch ein kurzer Fernsehbeitrag wurde hierzu produziert und ausgestrahlt³. Mündliche Präsentationen der Ergebnisse vor Fachpublikum erfolgten auf Veranstaltungen des Arbeitskreises für Erdstallforschung⁴ (durch Mitglieder der Arbeitsgruppe)⁵ und der SFES⁶ (durch Dieter Ahlborn)⁷.

In schriftlicher Form erschienen zwei Veröffentlichungen: ein dreiseitiger Beitrag der Arbeitsgruppe in einer Publikation der bayerischen Denkmalpflege⁸ und eine französischsprachige Übersetzung des Posters zur erwähnten SFES-Tagung⁹.

In der deutschsprachigen Erdstallforschungsliteratur ist bislang kein Beitrag über die 3D-Vermessung des Erdstalls am Kissing Petersberg veröffentlicht worden.

Der Erdstall und der Anlass für seine Vermessung

Der Erdstall am Petersberg in Kissing – seine Bauweise, die Geschichte seiner Erforschung und seine für die Erdstallforschung relevanten Charakteristika werden in einem weiteren Beitrag¹⁰ der vorliegenden Zeitschrift ausführlich vorgestellt – ist der Öffentlichkeit seit 170 Jahren bekannt. Da er häufig von unkundigem Publikum begangen und fallweise baulich verändert worden ist, unterscheidet sich sein Zustand mittlerweile deutlich von dem zu seiner Erbauungs- und Nutzungszeit. Für die Erdstallforschung stellt er trotzdem ein sehr interessantes Objekt dar, was er unter anderem seiner geographischen Lage verdankt: Zum einen gibt es weiter westlich in Deutschland nur noch sehr wenige Erdstallfundorte, zum anderen liegt er in einem Alt-siedelland, im Gegensatz zu den meisten Erdställen in Niederbayern und der Oberpfalz. Außerdem wurden in wenigen Kilometern Umkreis noch zwei weitere Erdställe (am Kirchberg

¹ Leitung der Gruppe: Privatdozent Dr. Markus Hilpert. Weitere aktive Mitglieder (in alphabetischer Reihenfolge): Jochen Bohn, Johannes Mahne-Bieder, Maximilian Schreiegg, Selina Thanheiser.

² Siehe z. B. Frey 2014.

³ Sechsmünütige Reportage von Diana Geier über Erdställe unter Kirchen, in der neben dem Kissing Petersberg auch der Erdstall Reichersdorf vorgestellt wurde. Ausgestrahlt im Rahmen der Sendereihe *Stationen* des Bayerischen Fernsehens im Dezember 2013.

⁴ Jahrestagung im Oktober 2014 in Zell an der Pram (Österreich).

⁵ Löffelmann 2015, 119.

⁶ Congrès de la Société Française d'Etude des Souterrains (SFES) im Oktober 2015 in Saint-Bonnet-le-Courreau (Frankreich).

⁷ Ahlborn 2023: Die Präsentation erfolgte anhand eines deutschsprachigen, von der Arbeitsgruppe *KULA* erstellten Posters. Sie war in das Tagungsprogramm noch nach dem offiziellen Anmeldeschluss aufgenommen worden.

⁸ Hilpert et al. 2015.

⁹ Hilpert et al. 2017.

¹⁰ Müller 2023.

und bei Mergenthau) entdeckt, so dass man die Anlage am Petersberg nicht als ein in der Region singuläres Objekt ansehen kann. Weil keiner dieser beiden benachbarten Erdställe heutzutage mehr betreten werden kann, ist es besonders wertvoll, dass die Gänge unter dem Petersberg einer gründlichen Vermessung unterzogen werden konnten.

Der Erdstall am Petersberg wurde im ersten Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts aus Sicherheitsgründen für die Öffentlichkeit geschlossen.¹¹ Seitdem hat es nur einen Termin gegeben, zu dem er offiziell zugänglich gemacht wurde, nämlich die im vorliegenden Artikel beschriebene 3D-Vermessung.¹² Hintergrund war, dass an der Kapelle auf dem Petersberg wiederholt Risse beobachtet wurden, weswegen durch Bodenuntersuchungen festgestellt werden sollte, ob die Hänge des Petersbergs eventuell instabil sind und daher Sicherungsmaßnahmen erforderlich wären.¹³ Da solche Maßnahmen möglicherweise den Erdstall in Mitleidenschaft gezogen hätten, wurde entschieden, ihn vorab zu Dokumentationszwecken durch die Universität Augsburg ausführlich vermessen zu lassen.

Die Vermessung

Durchführung

Bei der Vermessung kam ein 3D-Laserscanner des Herstellers *Leica Geosystems* zum Einsatz (Abb. 1). Er sendet Laserstrahlen aus, die seine Umgebung im Laufe von einigen Minuten in alle Raumrichtungen abtasten. Eingebaute Sensoren empfangen das von den umgebenden Flächen oder Gegenständen reflektierte Licht, worauf über eine komplexe, aber vollautomatisierte Analyse der detektierten Signale die Entfernung der Raumpunkte bestimmt werden kann, auf die die Laserstrahlen getroffen sind.



Abb. 1a, 1b: Der Scanner ist auf einem Stativ montiert und sendet Laserstrahlen an die Erdstallwand, wo sie als dünner grüner Streifen erkennbar werden. Zu sehen sind auch die Zielmarken, die als Bezugspunkte dienen.

¹¹ Merkl 2023.

¹² Merkl 2023.

¹³ Kissing 2014.

Insgesamt wurde das Gerät an 20 verschiedenen Messstandorten im Erdstall betrieben, um alle Gangteile, Nischen und Kammern abschattungsfrei zu erfassen. An den Randbereichen der Abtastung wurden Zielmarken angebracht, damit die Messreihen von verschiedenen Messstandorten gemeinsame Referenzpunkte aufwiesen.

Die Datenerfassung an allen 20 Positionen konnte an einem Tag im November 2013 durchgeführt werden. Lediglich der erste Seitengang des Erdstalls hatte sich in seinem hinteren Teil als zu niedrig erwiesen, um den Laserscanner dort einsetzen zu können; daher sind von ihm nur die ersten 3 Meter erfasst.

Auswertung

Zur Auswertung der vom Laserscanner gespeicherten Rohdaten wurde die Software *Leica Cyclone* eingesetzt. Die an den 20 Messstandorten ermittelten Daten wurden mithilfe der gemeinsamen Referenzpunkte räumlich verknüpft und zu einer "Punktwolke" kombiniert, die die Oberflächen von Decke, Wänden und Boden des Erdstalls bis in kleine Details geometrisch repräsentiert.

Hierbei wurden die Koordinaten von gut 10 Millionen Raumpunkten verarbeitet. Bei einer Gesamtoberfläche der Innenwände des Erdstalls von ca. 200 Quadratmetern¹⁴ entfallen somit rechnerisch durchschnittlich etwa 50.000 vermessene Punkte auf einen Quadratmeter und entsprechend ca. 5 vermessene Punkte auf einen Quadratzentimeter Erdstallwand.

Beispiele für die Verwendung der Vermessungsdaten

Digitale Visualisierungen

Die Software *Leica Cyclone* wurde auch verwendet, um die Vermessungsdaten auf verschiedene Weisen zu visualisieren. Schon die räumliche Darstellung der Punktwolke ergibt je nach Wahl von Betrachtungswinkel und Perspektive sehr instruktive Bilder des gesamten Erdstalls, der wie aus einem transparenten Material erscheint und bei dem kein Teil durch einen anderen verdeckt wird (Abb. 2).

Besonders wenn benachbarte Punkte eher weite Abstände voneinander haben, ist es vorteilhaft, sie mit Linien zu verbinden, wodurch aus der Punktwolke ein "Gitternetz" wird (wie bei den Geländedaten in Abb. 6 zu sehen), das ebenfalls eine gute Darstellung der räumlichen Strukturen bietet.

In einem weiteren Schritt können Gitternetze mit Oberflächenmustern ("Texturen") überzogen werden, wodurch sich opake Flächen ergeben, die besonders realitätsnah wirken können. Kombiniert mit Licht- und Schatteneffekten lassen sich so auch kleinräumige Oberflächenstrukturen visualisieren, wie dies z. B. an Abb. 3 zu sehen ist. Neben den bisher gezeigten Außenansichten können auch Innenansichten (Abb. 7) dargestellt werden. Auch lassen sich sichtbehindernde Bildbestandteile entfernen, wie bei Abb. 4 gezeigt, bei der auch verschiedene Bilddetails eingefärbt wurden, um sie besser erkennbar zu machen.

¹⁴ Resultat einer Überschlagsrechnung für 40 m Ganglänge (Durchschnittswert nach Wichtung), 2 Seitenwände mit je 1,7 m Höhe, Gangfirst und Gangsohle mit je 0,8 m Breite.

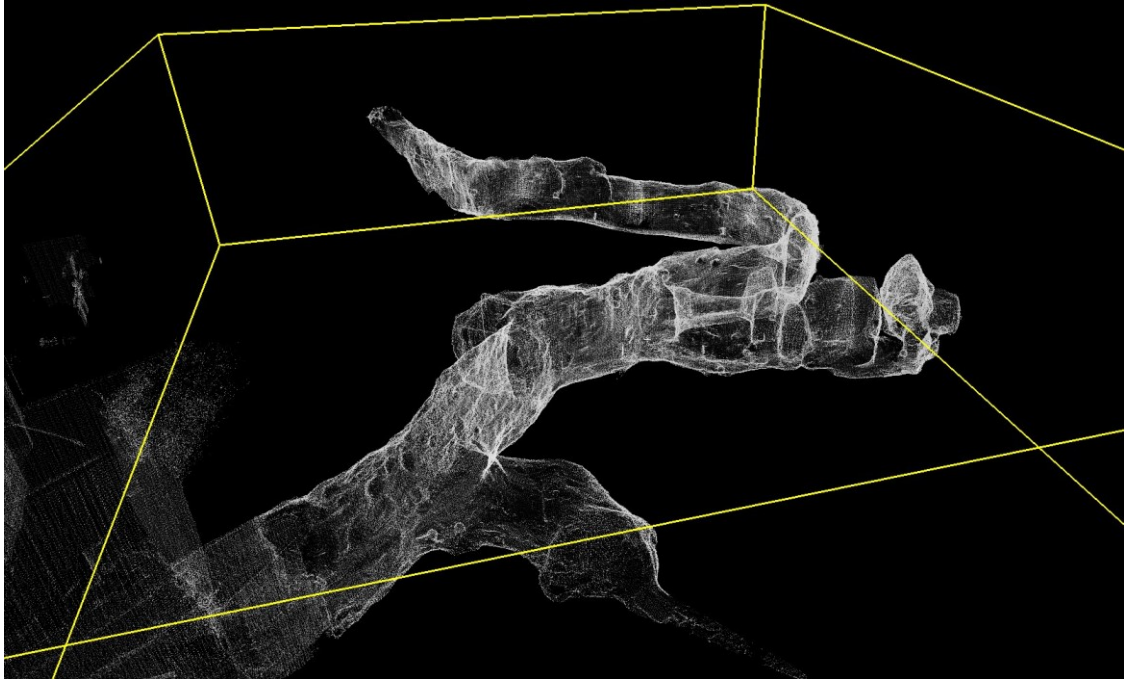


Abb. 2: Punktwolke des gesamten Erdstalls, Blickrichtung Nord, Blickwinkel von schräg oben, mit gelben Quaderlinien zur Veranschaulichung der Perspektive. Der heutige Einstieg ist vorne links zu sehen. Vom ersten Seitengang (vorne Mitte) konnte nur der vordere Teil vermessen werden (siehe Text).

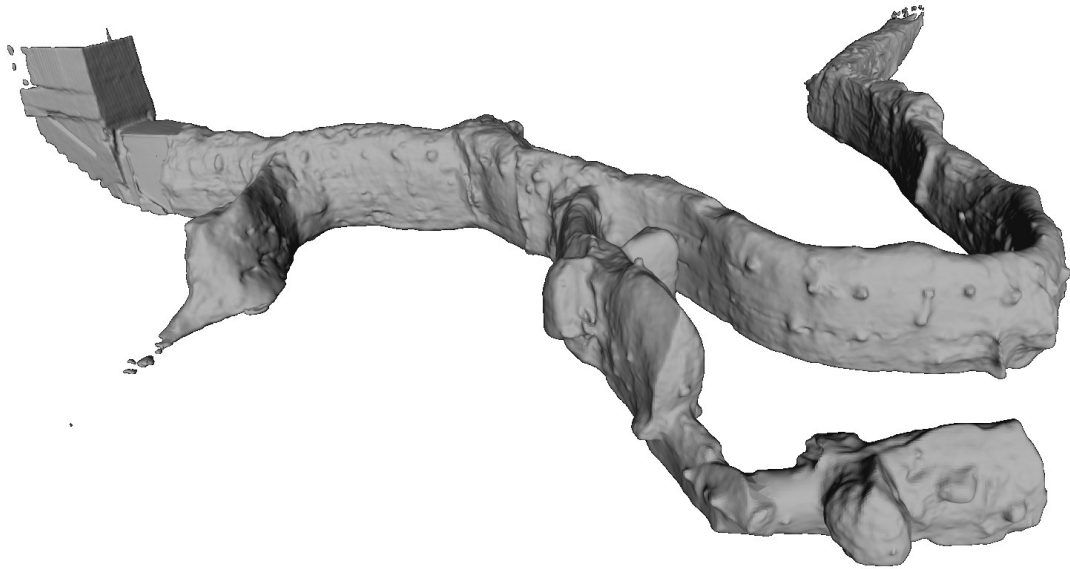


Abb. 3: Oberflächenmodell des gesamten Erdstalls, Blickrichtung West, Blickwinkel von schräg oben, mit dem Ende des zweiten Seitengangs im Vordergrund.

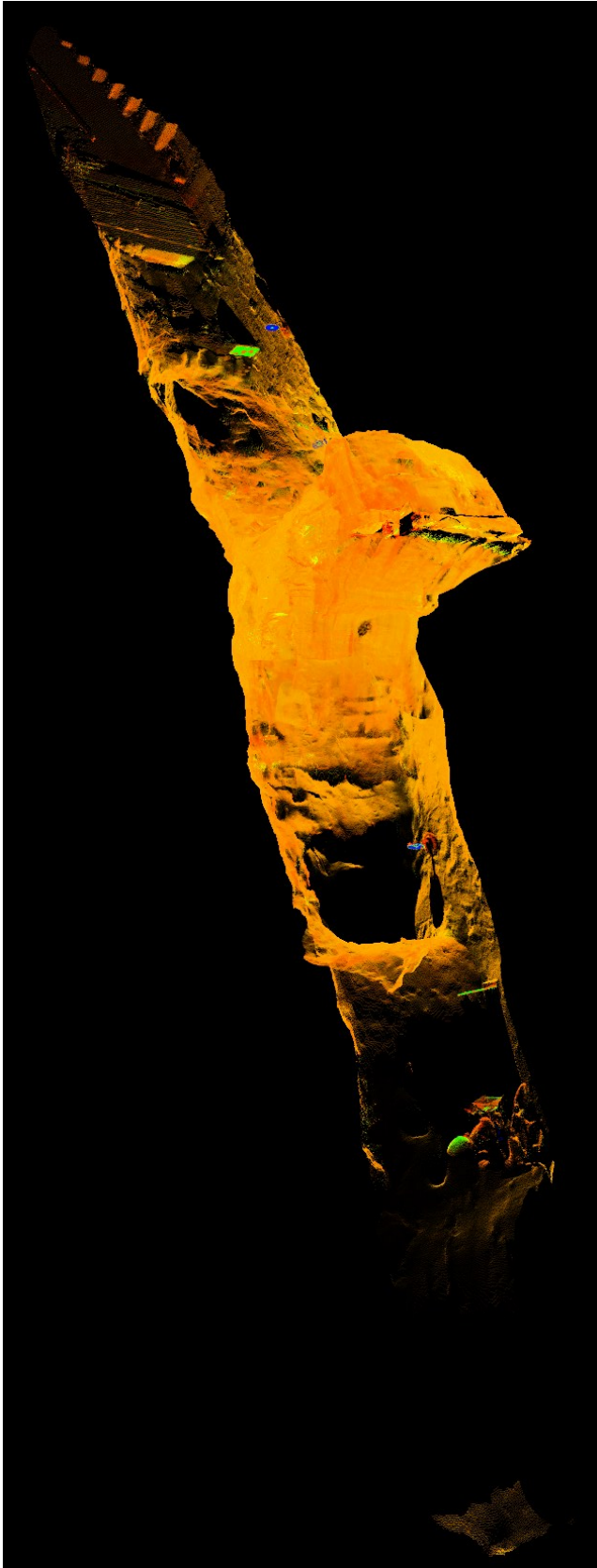


Abb. 4: Oberflächenmodell des vorderen Abschnitts des Hauptgangs, gewonnen aus den Daten eines einzigen Messstandorts (von insgesamt 20). Blickrichtung Südost, Blickwinkel von schräg oben. Die Daten der vordere Seitenwand wurden "entfernt", um die Sicht auf den Boden und die hintere Seitenwand zu ermöglichen. Einzelne Artefakte der Szene wie z. B. Zielmarken sind farblich eingefärbt.

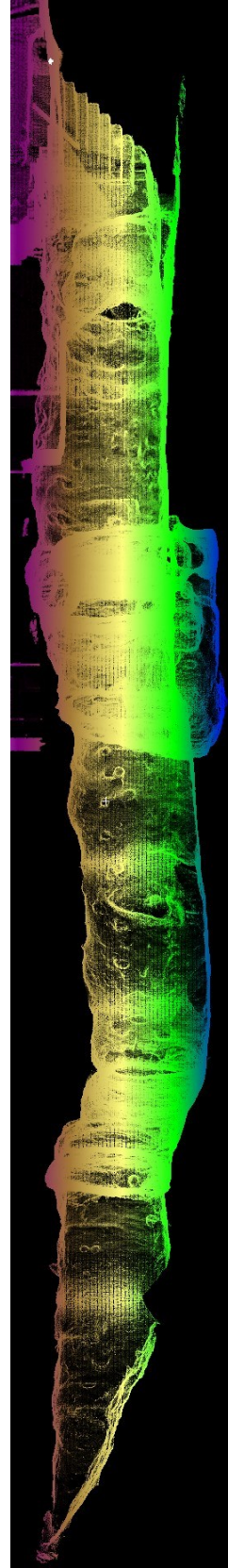


Abb. 5: Seitenansicht des Erdstalls, generiert aus der Punktwolke (Abb. 2) mit Blickrichtung Nordost, mit farblicher Kennzeichnung der Höhenangaben.

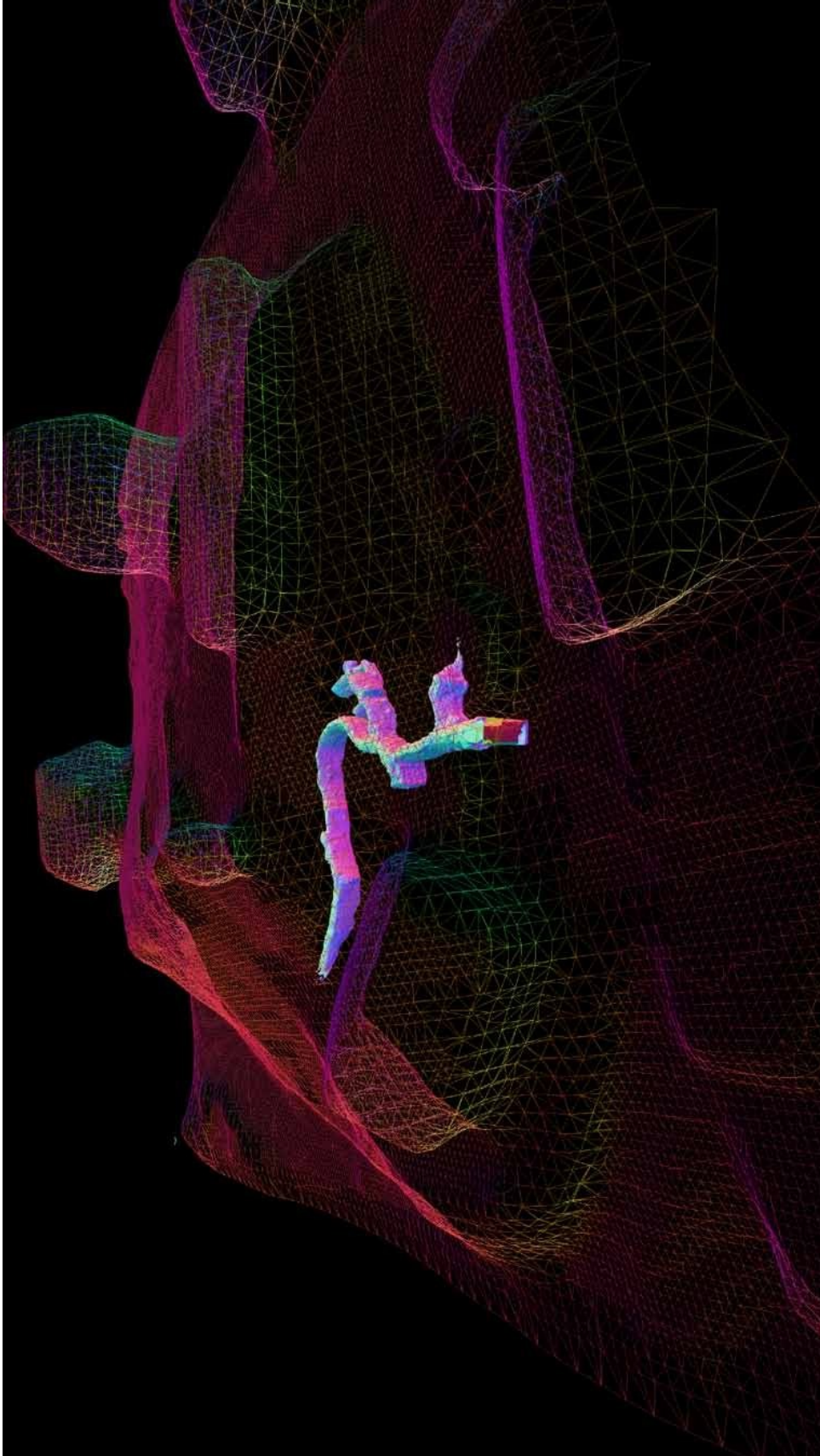


Abb. 6: Oberflächenmodell des Erdstalls, überlagert mit Gitternetzen aus Geländevermessungen (violett) und Gebäudevermessungen (grün). Bei dem Objekt links vor dem Erdstall handelt es sich um ein Wohngebäude, bei dem Objekt hinten rechts der Mitte um die Petersbergkapelle.

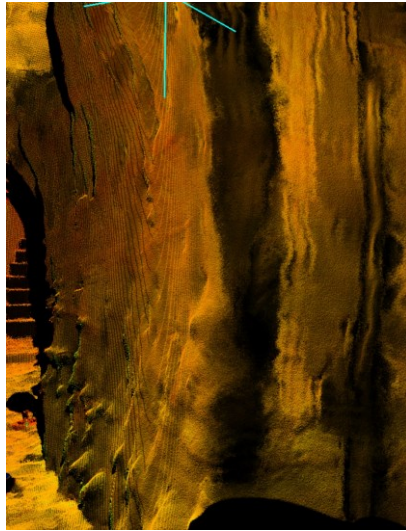


Abb. 7:
Innenansicht des
Oberflächenmodells:
westliche Seitenwand
des Hauptgangs,
Blickrichtung Süd,
rechts der Übergang zur
zweiten Seitennische,
links hinten die Stufen
des Ausgangs.

Aus den oben beschriebenen 3D-Darstellungen eines Erdstalls lassen sich auch Grundrisse und Seitenansichten als spezielle zweidimensionale Projektionen auf einfache Weise erhalten, indem man den Betrachtungswinkel passend wählt (Beispiele in Abb. 8 bzw. Abb. 5). Auch Schnitte durch Teile der Punktwolke können interessante Bilder liefern; beispielsweise lassen sich hiermit Gangprofile generieren (Abb. 9).

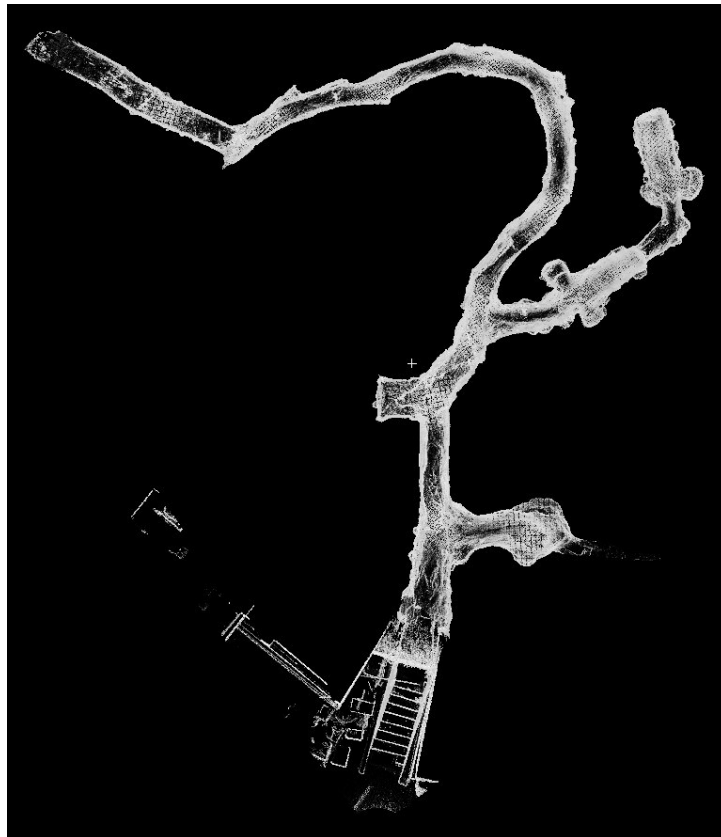


Abb. 8: Grundriss (genordet) des Erdstalls, generiert aus der Punktwolke (Abb. 2) mit senkrechter Blickrichtung von oben.

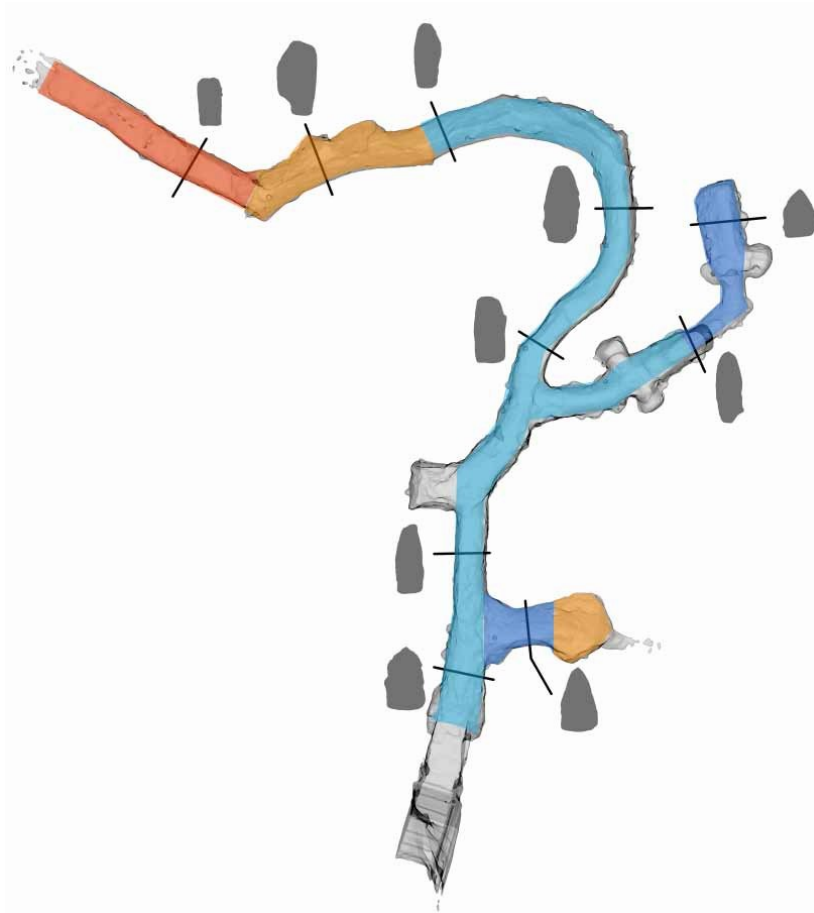


Abb. 9: Grundriss (genordet) des Erdstalls, mit eingezeichneten Gangprofilen (Querschnitten) an den durch Linien markierten Stellen.

Kombination mit oberirdischen Vermessungsdaten

Die Vermessungsdaten unterirdischer Anlagen können über amtliche Messpunkte mit Geländedaten sowie Positionsdaten oberirdischer Objekte verknüpft werden, die z. B. mit Airborne Scanning (Oberflächenabtastung aus der Luft) gewonnen wurden. Es lassen sich so Visualisierungen erzeugen, die die Lage des Erdstalls im Gelände bzw. in der umgebenden Bebauung zeigen. Falls benachbarte Gebäude unterirdische Bestandteile wie Keller, Stollen oder Krypten aufweisen, können diese Darstellungen auch Hinweise auf eventuell früher einmal vorhandene Verbindungen geben.

Abb. 6 zeigt eine auf diese Weise erstellte Kombination von Erdstalldaten und Oberflächendaten am Kissinger Petersberg. Bei der quantitativen Auswertung stellte sich heraus, dass am Ende des Hauptgangs der vertikale Abstand von der Gangdecke zur Erdoberfläche nur gut 1 Meter beträgt. Da das dort im Gang befindliche Material auf eine relativ junge Verfüllung hindeutet, wurde die Überlegung geäußert, dass sich dort einmal ein Zugang befunden haben könnte.¹⁵

¹⁵ Hilpert et al. 2015, 56.

Überlagerung mit historischen Karten

Abb. 10 zeigt eine historische Kartierung¹⁶ des Erdstalls von 1879 zusammen mit dem darauf projizierten Oberflächenmodell aus den Vermessungsdaten. Der größte Unterschied zwischen den beiden Darstellungen besteht darin, dass der Hauptgang 2013 gegenüber dem Stand von 1879 wesentlich verlängert ist, wie bei Müller 2023 ausgeführt. Des Weiteren ist der vordere Bereich des ersten Seitengangs 2013 deutlich breiter als 1879. Die anderen Abweichungen zwischen den beiden Grundrissen fallen bemerkenswert gering aus und sind in erster Linie wohl der im 19. Jahrhundert bestehenden Ungenauigkeit in der Winkelmessung bei abknickenden Gangverläufen geschuldet.

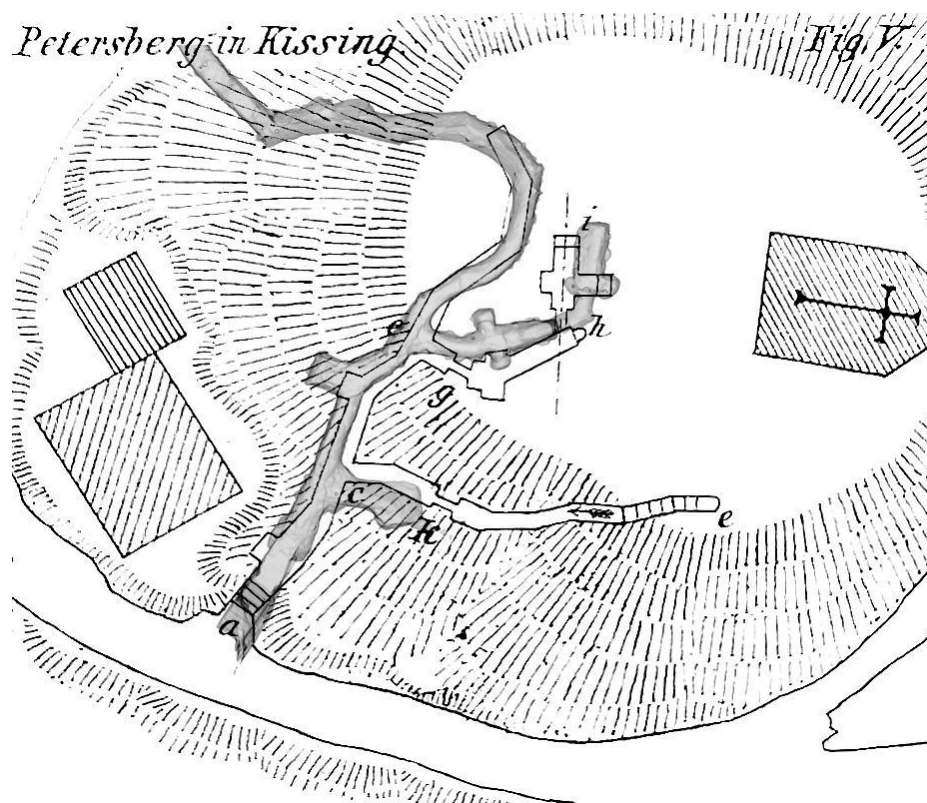


Abb. 10: Überlagerung des vermessenen Grundrisses (grau ausgefüllte Fläche) mit der Grundriss-Karte von Hartmann 1879.

¹⁶ Hartmann 1879, vermutlich nach Vorlage aus Illing 1854. Zur Diskussion dieser historischen Darstellungen siehe Müller 2023.

Eine 1987 von der FHKF (Forschungsgruppe Höhle und Karst Franken) erstellte Kartierung¹⁷ und der 3D-vermessene Grundriss sind in Abb. 11 übereinandergelegt. Auch hier sind augenfällige Abweichungen wohl in erster Linie auf Unsicherheiten in der Winkelbestimmung bei Richtungsänderungen zurückzuführen. Der vordere Abschnitt des ersten Seitengangs ist auch 1987 noch deutlich schmaler dargestellt, so dass vermutet werden kann, dass die 2013 vermessene Verbreiterung des Erdstalls an dieser Stelle jüngeren Datums ist.

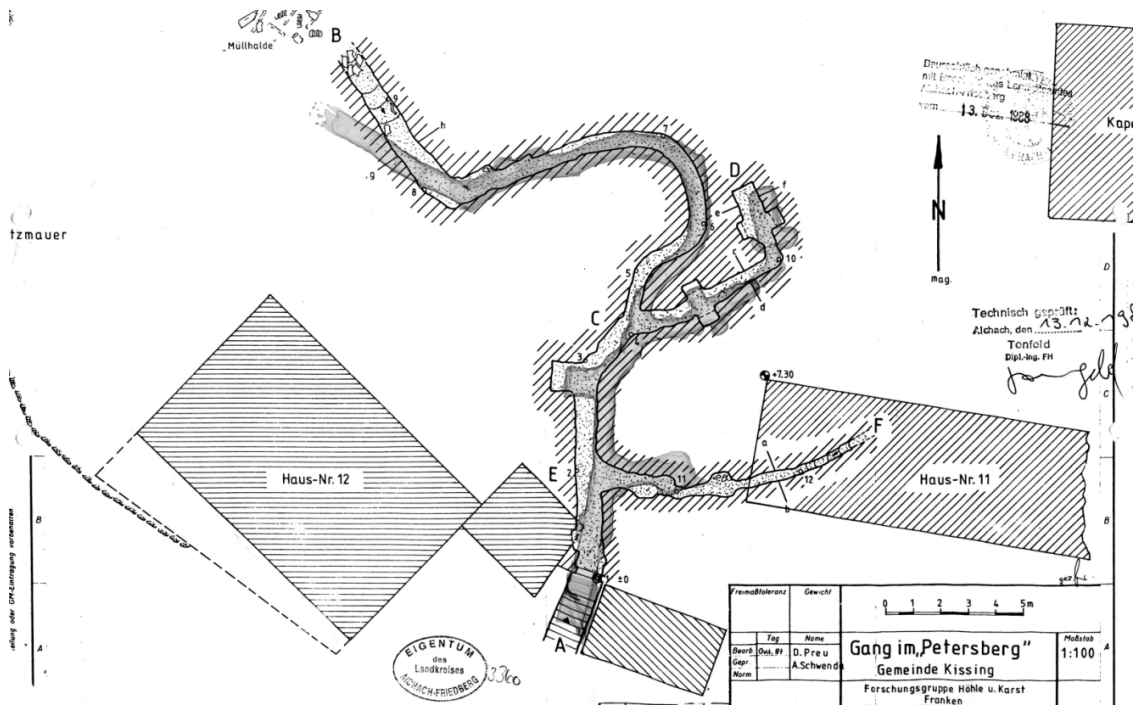


Abb. 11: Überlagerung des vermessenen Grundrisses (grau ausgefüllte Fläche) mit der Grundriss-Karte der FHKF von 1987.

Physisches 3D-Modell

Neben der oben beschriebenen Erzeugung von zweidimensionalen Visualisierungen verschiedenster Art ist die Erstellung von 3D-Drucken ein weiteres Beispiel für die Verwendung der mit dem Laserscanner gewonnenen Daten. Ein auf diese Weise produziertes 3D-Modell lässt sich in jeden gewünschten Blickwinkel drehen und somit leicht untersuchen. Dass es sich hierbei um einen Massivkörper handelt, bei einem Erdstall hingegen um einen Hohlraum, stellt zwar gewisse Anforderungen an das räumliche Vorstellungsvermögen, erlaubt aber auch Anschauungen, die bei einer zweidimensionalen Darstellung beispielsweise aufgrund von Verdeckungen nicht möglich wären, gerade bei Anlagen mit komplexerem Aufbau.

¹⁷ FHKF 1987.

Zu Demonstrationszwecken wurde auf Basis der 3D-Vermessungsdaten ein Kunststoff-Modell des Petersberger Erdstalls in einem Maßstab von ca. 1:100 mit einem 3D-Drucker produziert (Abb. 12 und 13).

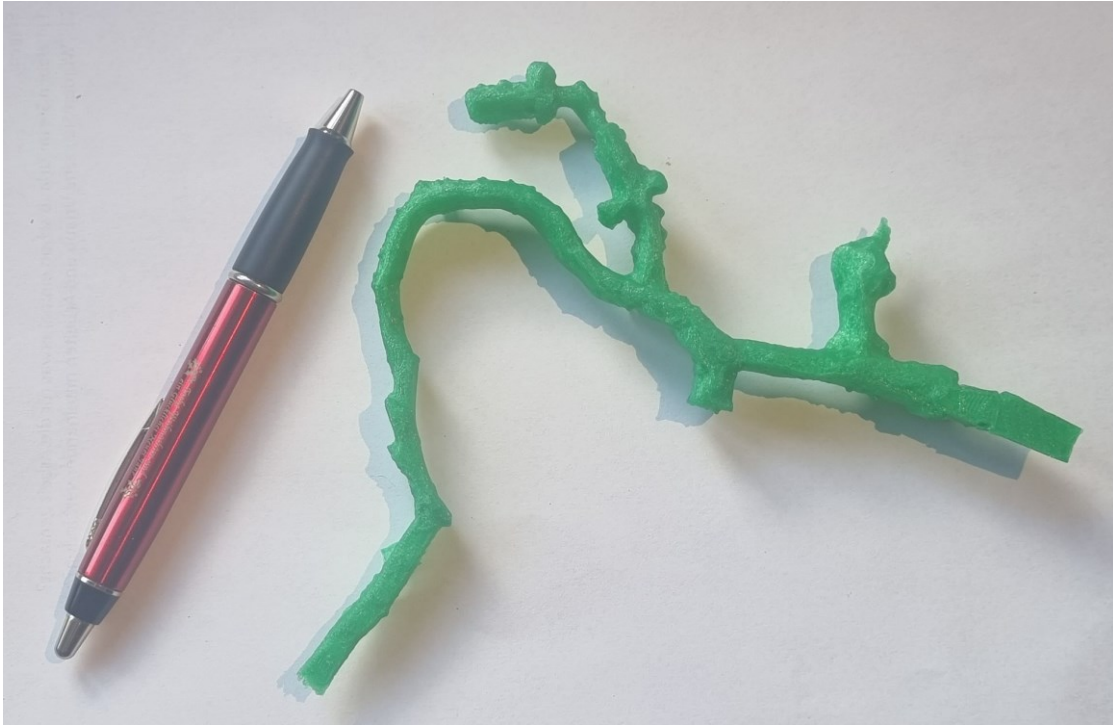


Abb. 12: Kunststoff-Modell des Erdstalls, anhand der Vermessungsdaten mit einem 3D-Drucker erzeugt, mit Kugelschreiber zum Größenvergleich.

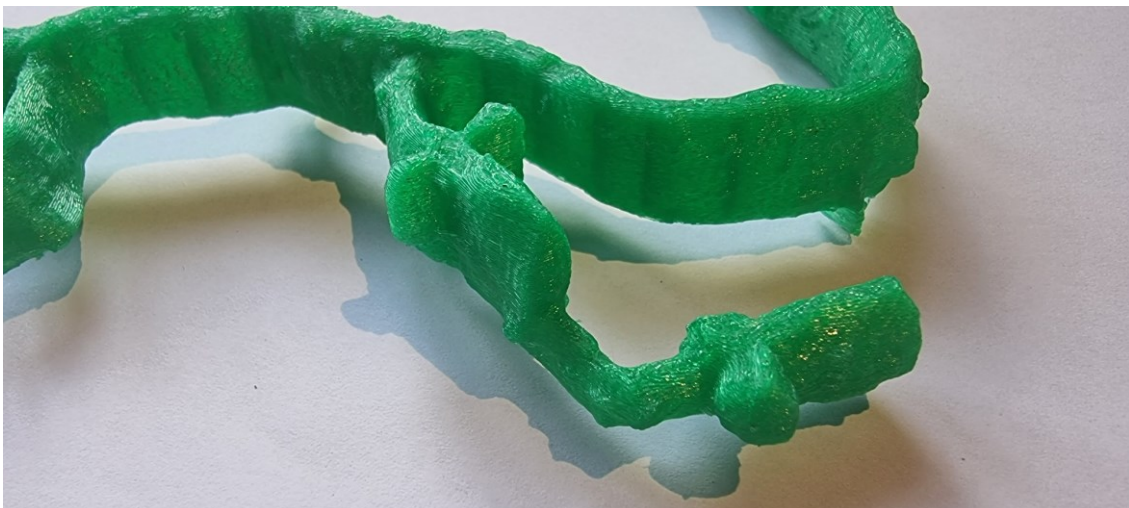


Abb. 13: Teilansicht des Kunststoff-Modells aus Abb. 12, im Vordergrund der zweite Seitengang.

Videoaufnahmen aus dem Erdstall

Wie erwähnt, erwies sich der erste Seitengang des Petersberger Erdstalls nach 3 Metern als zu niedrig, um den Laserscanner dort positionieren zu können. Um angesichts dieser Situation zumindest einige visuelle Eindrücke von seinem aktuellen Zustand zu erhalten, wurde eine Videokamera des Herstellers *GoPro* eingesetzt, die auf einem fernsteuerbaren Modellfahrzeug montiert war (Abb. 14). Im Praxiseinsatz konnte dieses Gespann den ersten Schlupf und den folgenden kurzen Gangabschnitt passieren und ein Stück weit in die enge Schlussröhre hineinfahren; Abb. 15–17 zeigen drei Standbilder von dieser Erkundung.



Abb. 14: Das fernsteuerbare Modellfahrzeug mit montierter Videokamera, Ansicht von hinten, mit Herrens Schuh zum Größenvergleich.



Abb. 15: Standbild der Videokamera aus dem ersten Seitengang. Das Fahrzeug hat den ersten Schlupf passiert; der Blick geht auf die (von der Fahrzeuglampe hell angestrahlte) Hinterwand des folgenden kurzen Gangabschnitts, in deren linken unteren Teil die Öffnung der engen Schlussröhre sichtbar ist. Im Vordergrund liegt eine dicke Schicht lockeren Materials; sie bedeckte den Boden des gesamten Gangs und erschwerte das Manövrieren des Fahrzeugs.



Abb. 16: Standbild der Videokamera aus dem ersten Seitengang. Das Fahrzeug hat den Beginn der Schlussröhre erreicht; die Fahrzeuglampe leuchtet deren weiteren Verlauf aus.



Abb. 17: Standbild der Videokamera aus dem ersten Seitengang. Das Fahrzeug befindet sich in der Schlussröhre; die Fahrzeuglampe leuchtet eine Stelle aus, an der sich eine Schwelle andeutet, die sich vom Fahrzeug aber nicht mehr erreichen ließ.

Mit der genannten Videokamera wurde auch eine Befahrung des Hauptgangs und des zweiten Seitengangs begleitet. Die Abbildungen 18 und 19 zeigen Standbilder der Videoaufzeichnung aus Abschnitten des Erdstalls, von denen (soweit den Autoren bekannt) noch keine Fotos veröffentlicht worden sind.



Abb. 18: Standbild der Videokamera aus dem bogenförmigen Teil des Hauptgangs. Im Kegelschein der Stirnlampe leuchtet eine schmale Schicht härteren Gesteins aus den weichen Lehmsanden hervor, die den Untergrund des Petersbergs bilden.



Abb. 19: Standbild der Videokamera vom letzten Abschnitt des zweiten Seitengangs. Die Stirnlampe wirft ihren Lichtkegel in das Gangende, welches ein spitzbogenförmiges Profil aufweist. Davor öffnen sich links und rechts je eine Seitennische. Vgl. auch die Visualisierung dieses Abschnitts in Abb. 3 und das Kunststoff-Modell in Abb. 13.

Schlussbetrachtung

Der im vorliegenden Artikel erstmals ausführlich dokumentierte Einsatz eines 3D-Laserscanners im Erdstall am Kissinger Petersberg im Jahr 2013 hat Vermessungsdaten geliefert, die bis heute (2023) zu den detailreichsten gehören, die von einem Erdstall im deutschsprachigen Raum je gewonnen wurden¹⁸. Verschiedene Arten der Visualisierung wurden benutzt, um die Messdaten anschaulich wiederzugeben; gleichwohl bildeten sie nur einen Bruchteil der zur Verfügung stehenden Möglichkeiten, die erhaltenen Daten auszuwerten.

Ungeachtet der positiven Ergebnisse blieb dieser Erdstall der einzige, der von der Arbeitsgruppe *KULA* der Universität Augsburg vermessen wurde. Verschiedene seinerzeit entwickelte Ideen zur längerfristigen Beschäftigung mit der Erdstallforschung konnten aus unterschiedlichen Gründen nicht verwirklicht werden. Seit einigen Jahren schon verfolgen damalige Akteure andere Themen, während die Arbeitsgruppe *KULA* seither vorrangig oberirdische Kulturlandschaftsobjekte erforscht.

Der Erdstall am Kissinger Petersberg ist seit dieser Vermessung aus Sicherheitsgründen unzugänglich gewesen und wird dies nach heutigem Stand auch weiterhin bleiben. Auch dieser Umstand unterstreicht die Bedeutung der beschriebenen Vermessungsaktion.

Quellen

Ahlborn 2023: Persönliche Information von Dieter Ahlborn, ehemaliger Vorsitzender des Arbeitskreises für Erdstallforschung, im Juni 2023.

Arndt 2015: Nikolaus Arndt, Die Vermessung des Erdstalls Altnußberg. *Der Erdstall* 40, 2014, 16-30.

FHKF 1987: Grundriss des Erdstalls. Zeichnung nach der Vermessung 1987 durch D. Preu und A. Schwenda von der Forschungsgruppe Höhle und Karst Franken (Sitz: Nürnberg). (Verwendung mit freundlicher Genehmigung der Forschungsgruppe.)

Frey 2014: Gönül Frey, Das Geheimnis der unterirdischen Gänge. *Augsburger Allgemeine*, 01.02.2014, 33.

Hartmann 1879: Ueber unterirdische Gänge und künstliche Höhlen. In: *Beiträge zur Anthropologie und Urgeschichte Bayerns*, Band 2, München 1879, 155-171 sowie Tafel XI.

Hilpert et al. 2015: Markus Hilpert, Johannes Mahne-Bieder, Maximilian Schreiegg und Selina Thanheiser, Der Erdstall im Kissinger Petersberg: Ergebnisse eines aktuellen 3D-Laserscannings. *Denkmalpflege Informationen*, 2015, 53-56.

Hilpert et al. 2017: Markus Hilpert, Dieter Ahlborn, Johanna Ahlborn, Johannes Mahne-Bieder, Selina Thanheiser und Maximilian Schreiegg, Relevé 3 D dans le souterrain aménagé de Kissing, Bavière (Allemagne). *Subterranea: Revue de la Société Française d'Etude des Souterrains*, 2017, 60-63.

¹⁸ In dieser Hinsicht ist lediglich die etwa zeitgleiche 3D-Vermessung des Erdstalls in Altnußberg (Landkreis Regen) vergleichbar, bei der das gleiche Messprinzip, aber andere Messgeräte verwendet wurden; siehe Arndt 2015.

Illing 1854: J. Illing, Beschreibung und Aufnahme der unterirdischen Gänge in Kissing, königlichen Landgerichts Friedberg. In: Oberbayrisches Archiv für vaterländische Geschichte, Band 14, Heft 3, München 1854, 325-330 sowie Tafel II.

Kissing 2014: <https://www.kissing.de/leben-und-wohnen/vom-buergermeister/2014/dezember-2014/der-petersberg-wird-uberpruft> (abgerufen am 30.07.2023).

Löffelmann 2015: Bericht über die Erdstalltagung vom 10. Bis 12. Oktober im Schloss Zell an der Pram. Der Erdstall 41, 2015, 119–122.

Merkl 2023: Persönliche Information von Hanns Merkl, Heimatpfleger in Kissing, im Juli 2023.

Müller 2023: Die Erforschung des Erdstalls am Petersberg in Kissing. Der Erdstall 48/49, 2023.

Bildnachweise

Alle Abbildungen im vorliegenden Artikel stammen vom Institut für Geographie der Universität Augsburg.

Zusammenfassung – Résumé – Shrnutí – Abstract

Die Vermessung des Erdstalls am Petersberg in Kissing mittels 3D Laserscanning

Der Erdstall am Petersberg in Kissing (Landkreis Aichach-Friedberg) ist im Jahr 2013 von einer Arbeitsgruppe der Universität Augsburg mittels 3D-Laserscanner vermessen worden, als einer der ersten im deutschsprachigen Raum. Im vorliegenden Artikel werden die erzielten Ergebnisse erstmals ausführlich vorgestellt, vor allem anhand verschiedenartiger Visualisierungen, die den Aufbau des Erdstalls anschaulich und zugleich präzise darstellen. Die Verknüpfung mit Daten aus Geländevermessungen zeigt die Position des Erdstalls relativ zu seiner oberirdischen Umgebung. Vergleiche mit Kartierungen aus dem 19. und 20. Jahrhundert demonstrieren Stärken und Schwächen der früher benutzten Verfahren zur Vermessung von Erdställen; darüber hinaus dokumentieren sie Veränderungen des Petersberger Erdstalls in jüngerer Zeit.

Le mesurage de la cave souterraine au Petersberg à Kissing à l'aide d'un screening à laser 3D

En 2013, la cave souterraine au Petersberg à Kissing (circonscription Aichach-Friedberg) a été mesurée par un groupe de travail de l'université de Augsburg à l'aide d'un screening à laser 3D, étant une des premières ainsi documentée en zone germanophone. Dans cet article, les résultats obtenus sont présentés pour la première fois, surtout à l'aide de différents types de visualisation qui représentent la construction de la cave de façon claire et précise. La création d'un lien avec des relevés de terrain montre la position de la cave en relation avec son environnement en surface. Des comparaisons avec des cartographies du 19.ième et du 20.ième siècle illustrent les forces et les faiblesses des anciennes procédures de mesurage de caves souterraines ; de plus, elles montrent des changements de la cave de Petersberg aux temps plus récents.

Vyměření lochu u kopce Petersberg v bavorském Kissingu pomocí skenování 3D laserem

Loch u kopce Petersberg v bavorském Kissingu (okres Aichach-Friedberg) byl v r. 2013 jako jeden z prvních v německy mluvícím regionu vyměřen pracovní skupinou z augsburské univerzity pomocí 3D laseru. V tomto článku jsou poprvé podrobně prezentovány dosažené výsledky, především na příkladech nejrůznějších vizualizací, které názorně a zároveň přesně zobrazují, jak je loch vybudován. Propojení s údaji z terénních měření znázorňuje polohu lochu v relaci k jeho nadzemnímu okolí. Srovnání s mapováním z 19. a 20. století demonstruje výhody a nedostatky dříve používaných metod na výměru lochů; navíc také dokumentuje změny petersberského lochu v pozdější době.

Surveying the *Erdstall* at the Petersberg in Kissing by means of 3D laser scanning

In 2013, as one of the first in the German-speaking area, the *Erdstall* at the Petersberg in Kissing (Landkreis Aichach-Friedberg) was surveyed with a 3D laser scanner by a working group of Augsburg University. This article for the first time presents the results in detail, particularly with the aid of various different visualisations, which clearly and precisely illustrate the *Erdstall's* structure. The combination with data from topographic measurements shows the *Erdstall's* position in relation to its surroundings above the ground. Comparisons with maps from the nineteenth and twentieth centuries demonstrate the strengths and weaknesses of the procedures used previously to survey *Erdställe*; they also document changes in the Petersberg *Erdstall* in recent times.