



RUNDBRIEF

Grabungstechnik

Mitteilungsblatt des Verbandes für Grabungstechnik und Feldarchäologie e.V.



Seite 1	Die Redaktion	In eigener Sache
Seite 2	Patrik Flammer	Paläoparasitologie – Möglichkeiten und praktische Hinweise
Seite 6	Roland Linck	Bodenradarmessungen Zerstörungsfreies Mittel der archäologischen Forschung
Seite 12	Heiko Steinwand	Archäologische Steinfunde – Betrachtet aus der Sicht eines Steinmetzes
Seite 18	Alexandra Ziesché	Nein, es geht nicht um die Optik! Arbeitskleidung für Frauen in der Feldarchäologie
Seite 22	Klaus Berg	„Return to Work“ – Das Betriebliche Eingliederungsmanagement (BEM) – Wiedereinstieg in das Berufsleben nach längerer Arbeitsunfähigkeit
Seite 25	Steffen Berger, Jonas Abele, Claus Brenner	Messdatenverarbeitung mit Survey2GIS Rückblick und aktuelle Entwicklungen
Seite 30	Janko Reichel-Heisig	Vereinfachte Planerstellung – Drei QGIS-Tipps
Seite 32	Anja Sbrzesny	QGIS AI Vectorizer – Ein QGIS-Vektorisierungsplugin für Rasterdaten
Seite 43		Infos, Tipps und Impressum

In eigener Sache

Liebe Leserinnen und Leser,

in diesem Jahr erhaltet Ihr eine gebündelte Jahresausgabe des Rundbriefs anstelle der gewohnten zwei Ausgaben. Der Grund ist einfach: Wir stecken mitten in den Vorbereitungen für die bevorstehende **4. Tagung des Verbands für Grabungstechnik und Feldarchäologie e. V. (VGFA)**, die mit großen Schritten näher rückt:

Der VGFA lädt das feldarchäologische Fachpublikum gemeinsam mit unseren Gastgebern, dem Brandenburgischen Landesamt für Denkmalpflege und Archäologischen Landesmuseum, **vom 14. bis 17. April 2026** zum intensiven Austausch über neueste Entwicklungen in das ehemalige Dominikanerkloster St. Pauli nach **Brandenburg an der Havel** ein.

Wie in vielen wissenschaftlichen und technischen Arbeitsfeldern gewinnt auch bei uns der Einsatz künstlicher Intelligenz zunehmend an Bedeutung. Um unsere Aufgaben innerhalb oft sehr begrenzter Zeitfenster effizienter zu bewältigen, setzen wir punktuell KI-gestützte Werkzeuge ein – etwa zur Textüberarbeitung, Bilderstellung oder zur Bedienung diverser Software. Diese Tools können hilfreiche Impulse geben und bei Formulierungen oder Strukturierungen unterstützen, ersetzen jedoch keinesfalls die fachliche Expertise oder die eigene inhaltliche Arbeit.

Gerade beim Einstieg in einen neuen Text – beispielsweise beim Verfassen der ersten Sätze für Euren Beitrag zur nächsten Rundbrief-Ausgabe – kann KI dazu beitragen, die anfängliche Hemmschwelle zu senken und schneller in den Schreibprozess zu finden.

Kontakt & Informationen

Hinweise, Beiträge oder Fragen?

Wir freuen uns über Eure Anregungen! Schreibt uns jederzeit an rundbrief@feldarchaeologie.de.

Für Autor:innen

Unsere [Handreichung](#) für Autor:innen findet Ihr auf der Seite des Rundbriefs und bei den Propylaeum-eJournals.

Rundbrief & News

Der Rundbrief Grabungstechnik erscheint zweimal jährlich und kann ebenso wie aktuelle Informationen des VGFA e. V. zu Grabungstechnik und Feldarchäologie separat abonniert werden.



Austragungsort der kommenden Tagung Kloster St. Pauli in Brandenburg an der Havel (Foto: Gregor Rom, CC BY-SA 4.0)

Am wichtigsten ist jedoch: KI-Tools können nur dann sinnvoll und sicher unterstützen, wenn man sowohl eine klare inhaltliche Linie hat, als auch versteht, wie diese Werkzeuge funktionieren und wo ihre Grenzen liegen. Erst diese Kombination ermöglicht einen produktiven und verantwortungsvollen Einsatz.

In dieser Jahresausgabe erwartet Euch erneut eine abwechslungsreiche Mischung aus Themen unseres Fachbereichs. Ihr erhaltet Einblicke in die Prospektion mittels Bodenradarmessungen, in aktuelle Möglichkeiten der Paläoparasitologie sowie in Funde historischer Bauteile aus Stein und deren Bearbeitungsspuren. Zudem gibt es einen Beitrag zu Anforderungen, Erfahrungswerten und Best Practices zum Thema Arbeitskleidung für Frauen sowie zum Betrieblichen Eingliederungsmanagement (BEM). Rund um digitale Werkzeuge werden neue Tools zur effizienteren Nutzung von Survey2GIS vorgestellt, ergänzt durch praxisnahe QGIS-Tipps für eine vereinfachte Planerstellung sowie ein hilfreiches Vektorisierungs-Plugin. Wie gewohnt runden Infos und aktuelle Tagungstipps die Ausgabe ab.

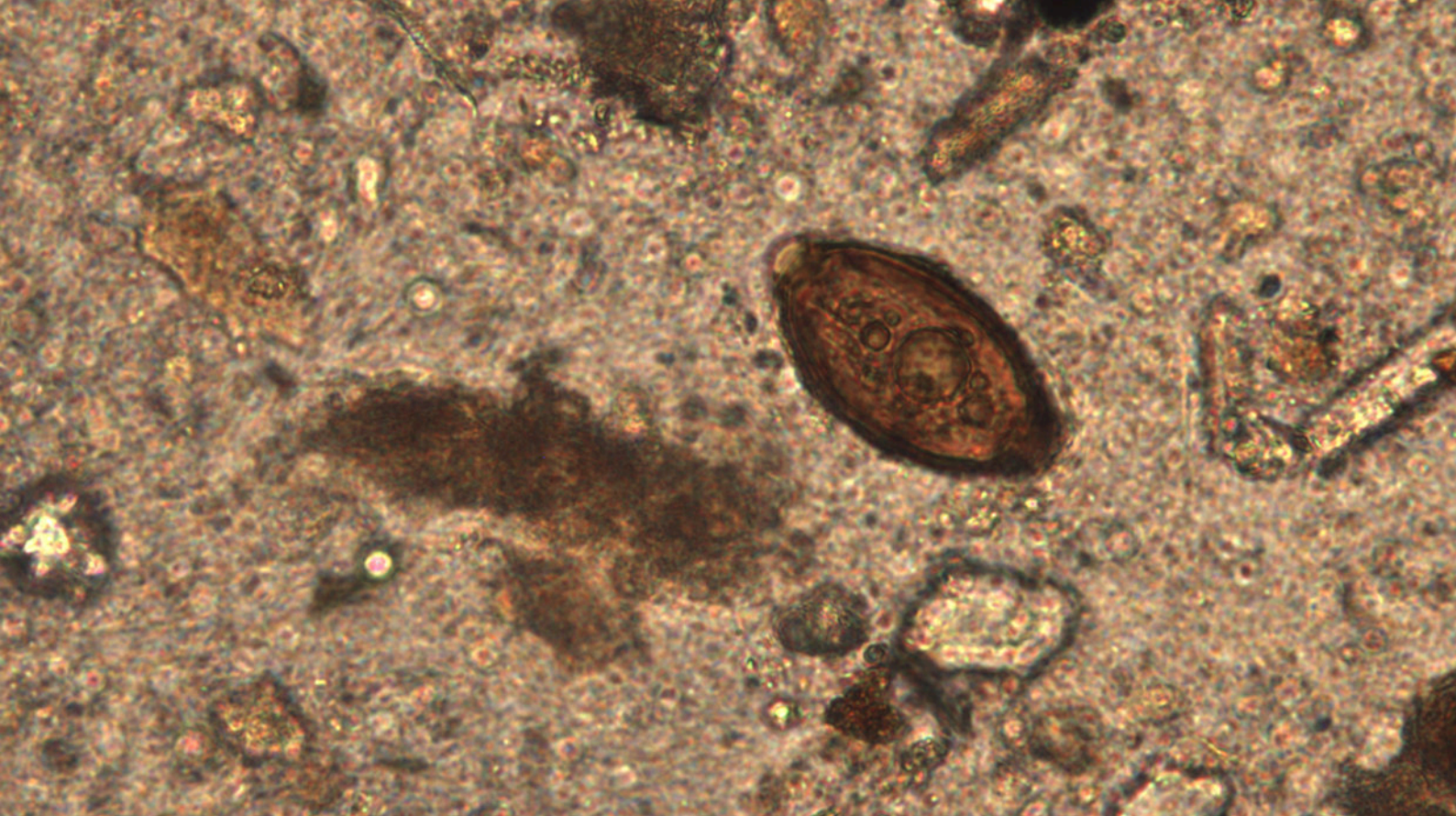
Wir hoffen, dass Ihr beim Lesen ebenso interessante Einblicke erhaltet und Impulse mitnehmt wie wir bei der redaktionellen Arbeit. Vielleicht ist die eine oder andere Anregung dabei, die Ihr direkt in Euren Projekten nutzen könnt.

Und wie immer gilt: Meldet Euch sehr gerne mit Anregungen, Fragen und Kritik über rundbrief@feldarchaeologie.de.

Wir freuen uns auf ein Wiedersehen bei der 4. VGFA-Tagung in Brandenburg!

Eure Redaktion des Rundbriefs Grabungstechnik

Susen Döbel
Susanne Gütter
Bastian Lischewsky
Bernhard Ludwig



1

Peitschenwurmei. Mikroskopische Aufnahme aus Sedimenten (Foto: Patrik Flammer).

Patrik Flammer

Paläoparasitologie

Möglichkeiten und praktische Hinweise

Seit es Menschen gibt, ist neben ihrer Außenhaut auch ihr Inneres – vor allem der Darmbereich – bei ungebeten Gästen, den Parasiten, begehrt. Im Darm handelt es sich dabei vornehmlich um Würmer, die sich über Eiablage vermehren. Diese Eier bieten uns tiefe Einblicke in den Alltag der Menschen.

Die Anfänge der Paläoparasitologie

Die ersten paläoparasitologischen Untersuchungen wurden Anfang des 20. Jahrhunderts an ägyptischen Mumien durchgeführt (Ruffer 1910). Die Forschung beschränkte sich danach über längere Zeit auf mumifizierte Individuen, z. B. Moorleichen (Szidat 1944) oder konservierte Körper aus den Salzbergwerken von Hallstatt (Aspöck et al. 1973). Die Ausweitung der Analysen auf Sedimente führte bald zu Ergebnissen mit breiterer Aussagekraft, insbesondere zur Korrelation von Parasitenfunden und Siedlungsstrukturen (Pike 1968; Jones 1984). Moderne genetische Methoden eröffnen weitere Möglichkeiten und haben bereits neue Erkenntnisse ans Licht gebracht, z. B. bei unserer Forschung im Gründungsviertel der Hansestadt Lübeck (Flammer et al. 2018; Rieger und Flammer 2022).

Warum interessieren uns Darmparasiten?

Darmparasiten gehören zu den häufigsten Infektionen, welche in archäologischen Kontexten nachweisbar sind, da ihre Eier äußerst robust sind und sich in verschiedenen Sedimenten gut erhalten. Noch heute ist in tropischen und subtropi-

schen Regionen ein großer Anteil der Bevölkerung von Darmparasiten betroffen. In den Industrieländern sind diese Arten von Parasiten jedoch seit dem frühen 20. Jahrhundert nicht mehr endemisch verbreitet (siehe Pullan et al. 2014; Datenbank der Weltgesundheitsorganisation¹ [World Health Organization, WHO]). Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die Parasiteneier aus archäologischen Sedimenten hierzulande keine modernen Kontaminationen sind.

In groß angelegten Studien konnte aufgezeigt werden, dass die historische Verbreitung in Europa mit der in modernen endemischen Populationen vergleichbar ist (Flammer et al. 2020; Ryan et al. 2022). Ein weiterer Vorteil für die archäologische Forschung besteht darin, dass die klinischen Symptome einer Infektion in der Regel so mild und unspezifisch sind, dass die betroffenen Personen ohne Beeinträchtigung am Alltag teilnehmen und reisen konnten. Somit eignen sich die Darmparasiten als Marker für normale menschliche Aktivitäten.

Da die Verbreitung durch das Fehlen von (modernen) sanitären Einrichtungen begünstigt wird, gelten diese Infektionen heute als Armutskrankheit. In historischen Populationen war

¹ <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/soil-transmitted-helminthiasis> (zuletzt abgerufen am 02.08.2025).

das bestimmt nicht der Fall, da Darmparasiteneier selbst in Königshäusern (Bouchet et al. 1998; Mitchell et al. 2013) oder bei den wohlhabendsten Händlern des mittelalterlichen Lübecks (Flammer et al. 2018) zu finden sind.

Die klinischen Symptome mögen relativ mild sein, bei einer aktiven Infektion werden jedoch sehr große Mengen an Parasiteneiern vom menschlichen Wirt ausgeschieden, je nach Art zwischen 50.000 und 1 Mio. Eier pro Wurm und Tag. Die Infektionen dauern in der Regel längere Zeit, bei einigen Parasiten können die Würmer mehrere Jahre im menschlichen Darm überleben und sich aktiv durch die Produktion von Eiern vermehren. Weitere Informationen zur Biologie oder dem klinischen Verhalten von spezifischen Parasiten finden sich in der Fachliteratur (z. B. Török et al. 2016) oder auch auf der Webseite des amerikanischen Zentrums für Seuchenkontrolle (Centers for Disease Control and Prevention, CDC)².

Die häufigsten Darmparasiten, welche in archäologischen Sedimenten zu finden sind, werden direkt von Mensch zu Mensch übertragen, zumeist über eine fäkal-orale Infektion (z. B. über kontaminiertes Wasser oder ungenügend gereinigtes Gemüse). Zu diesen Infektionen gehören die Spul- und Peitschenwürmer (*Ascaris sp.* und *Trichuris trichiura*, Abb. 1, 4). Es treten jedoch auch Parasiten auf, welche über Zwischenwirte übertragen werden. Ein typisches Beispiel dafür sind die Bandwürmer, wobei Rinder, Schweine oder Süßwasserfische (*Taenia saginata*, *Taenia solium* und *Diphyllobothrium latum*) mit Wurmlarven infiziert sein können. Die Infektion erfolgt hier über den Verzehr von rohem oder unzureichend erhitztem Fleisch. Anhand der Übertragungswege können daher direkte Rückschlüsse auf Hygiene, zu Migrationsbewegungen oder zum Konsumverhalten von Menschen gezogen werden.

²<https://www.cdc.gov/sth/about/> (zuletzt abgerufen am 02.08.2025).

Mikroskopische Analyse

Ein weiterer Vorteil der parasitologischen Analyse besteht darin, dass mit relativ einfachen Methoden aussagekräftige Daten generiert werden können. Angesichts der großen Menge ausgeschiedener Parasiteneier lassen sich auch bei mäßig erhaltener organischer Substanz mitunter noch Spuren nachweisen. Die Parasiteneier sind durch ihre Form und Größe relativ klar zuzuordnen, zumindest die biologische Gattung kann mikroskopisch gut identifiziert werden. Details zum Aufbau und der Morphologie von Parasiteneiern sind in den Aufsätzen von Wharton zu finden (Wharton 1980; Wharton 1983). Bei Größen im Bereich von 30–100 µm (0,03–0,1 mm) können sie nicht mit dem bloßen Auge, jedoch mikroskopisch relativ einfach erkannt werden.

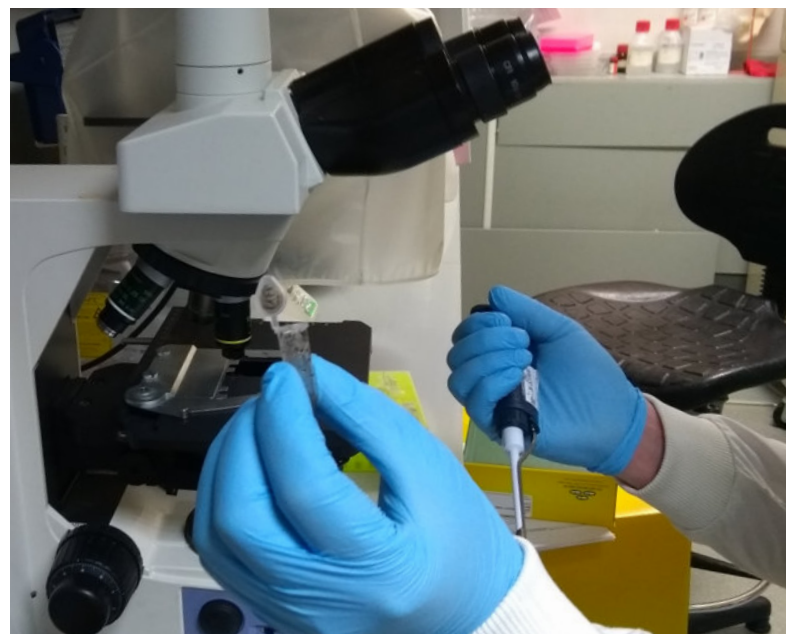
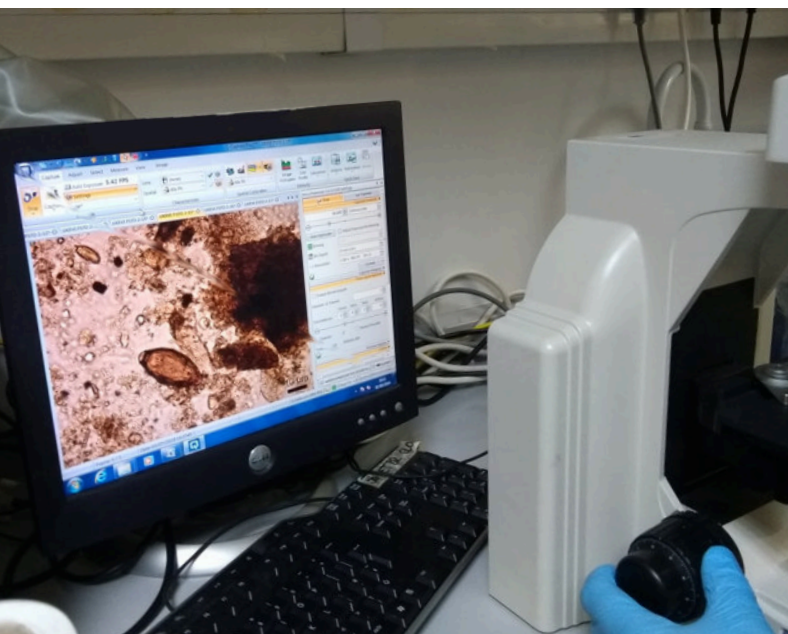
Selbst wenn die Art nicht immer direkt über die Morphologie identifizierbar ist, so kann sie oft indirekt bestimmt werden, etwa durch das Ausschlussprinzip unter Berücksichtigung der biologischen Verbreitung. So ist es beispielsweise wenig wahrscheinlich, dass ein in Europa identifiziertes Fischbandwurm zur Art *Diphyllobothrium nihonkaiense* gehört, da dieser fast ausschließlich in Japan auftritt. Als Identifikationshilfen können bisherige Publikationen aus der archäologischen Forschung oder auch medizinische Literatur (z. B. der WHO „Bench Aids“³) verwendet werden.

Welche Proben sind für die Paläoparasitologie geeignet?

Da die Eier von Darmparasiten mit dem Kot ausgeschieden werden, sind jene Sedimente am naheliegendsten, in denen mit Exkrementen zu rechnen ist – etwa Inhalte von Latrinen oder Kloaken. Koprolithen erhalten sich nur unter besonderen Bedingungen, zum Beispiel in Salzbergwerken, Mooren oder unter ariden Verhältnissen. Sie sind in anderen archäologischen Sedimentproben eher selten, können dort jedoch ebenfalls vorkommen (vgl. Jones 1983).

³<https://www.who.int/publications/i/item/9789241515344> (zuletzt abgerufen am 02.08.2025).

2 und 3 Analyse von Proben während eines Workshops
(Foto: Patrik Flammer).



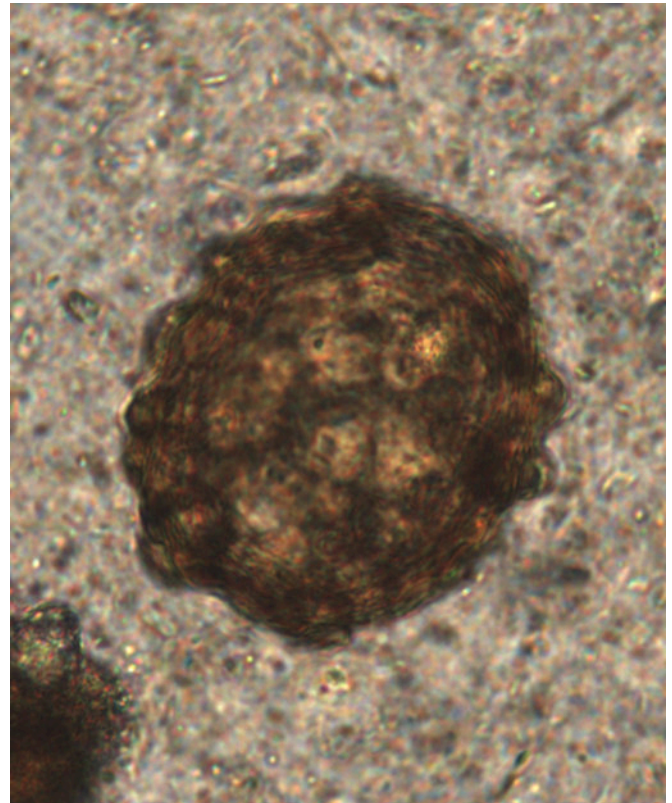
Auch Sedimente aus dem menschlichen Beckenbereich in Gräbern können herangezogen werden. Um Aussagen über den Befall mit Parasiten bei einer bestatteten Bevölkerungsgruppe treffen zu können, ist es notwendig, eine größere Anzahl von Gräbern zu beproben. In einer großangelegten Studie von fast 600 Bestattungen aus sieben mittelalterlichen Grabungen in Europa konnten Häufigkeiten von 20–40 % (Prävalenzrate) nachgewiesen werden (siehe Flammer et al. 2020).

Probennahme

Die robusten Strukturen der Parasiteneier ermöglichen eine sehr gute Erhaltung, auch in Sedimenten, in welchen die Erhaltungsbedingungen für biologische Materialien nicht besonders gut sind. Da die mikroskopische Auswertung von Sedimenten relativ einfach ist, lohnt es sich durchaus, Proben aus verschiedenen Kontexten zu entnehmen. Der Vorteil der Sedimentanalyse ist, dass Proben in nahezu unbeschränkter Menge verfügbar sind.

Bei der Probenentnahme sollte darauf geachtet werden, dass mehrere kleinere Proben (jeweils etwa 10–50 g) anstelle einer großen Sammelprobe entnommen werden. Die kleineren Proben können so horizontal und vertikal Bereiche der Ausgrabung abdecken und ermöglichen eine feinere Auflösung gegenüber einer Sammelprobe. Zu den Proben sollten jeweils auch Daten erfasst werden, um diese in den Kontext der Grabung, z. B. zur Datierung, setzen zu können. Bei der Beprobung von Bestattungen ist darauf zu achten, dass das Material am Beckenboden entnommen wird. Gegebenenfalls lohnt es sich auch, mehrere Proben von einem Individuum direkt auf der linken und der rechten Beckenschaufel sowie auf dem Kreuzbein zu entnehmen, da nicht vollständig sicher ist, auf welcher Seite sich jeweils der Darminhalt befindet. Wichtig ist zudem, dass die Entnahme direkt nach der Freilegung erfolgt, um möglichst unverfälschte Proben zu bekommen. Eine bewährte und praktische Methode ist die Verwendung von Mehrzweckbechern aus dem medizinischen Bereich (Urinbecher), da diese aus einem robusten Kunststoff bestehen, mit welchem Proben auch direkt aus dem Boden entnommen werden können. Zudem verfügen diese Behälter über einen gut abschließenden Schraubdeckel. Die Becher mit einem Volumen von 50 ml haben eine ideale Probengröße.

Nach der Probenentnahme sollten die Proben möglichst lichtgeschützt gelagert werden, besondere Kühlung ist nicht notwendig. Durch den dichten Verschluss wird der erdfeuchte Zustand erhalten, jedoch ist natürliches Austrocknen nicht vollständig vermeidbar. Dies kann zu einer Verminderung der Anzahl an Parasiteneiern führen, jedoch sind auch Fragmente der Eier mikroskopisch gut erkennbar. Auch längere Lagerung führt nicht zu einem vollständigen Verlust der Parasiteneier. In unseren Studien konnten auch in Proben, welche vor über 25 Jahren entnommen wurden, noch Parasiteneier nachgewiesen werden. In unserem Archiv wurden die Proben in kleineren Serien in Kunststoffbeutel eingeschweißt, um Verunreinigungen vorzubeugen, und dann in Archivkisten gelagert. Der hier empfohlene Probenumfang ist auch für weiterführende Untersuchungen ausreichend.



4 Spulwurmei. Mikroskopische Aufnahme aus Sedimenten (Foto: Patrik Flammer).

Möglichkeiten der mikroskopischen Analyse

Die charakteristischen Formen der Parasiteneier ermöglichen eine relativ unkomplizierte Auswertung von Sedimenten. Mit einem Durchlichtmikroskop können sie direkt in aufgeschlammten Proben diagnostiziert werden. Es ist empfehlenswert, eine kleine Menge exakt abgewogenen Sediments zu verwenden und die verbleibende Bodenprobe für weitere Analysen zurückzubehalten. Wir haben für die Aufschlammung jeweils destilliertes Wasser (für die Mikroskopie) oder eine Pufferlösung (für die genetische Aufbereitung) verwendet. Bei exakter Abmessung von Sediment und Wasser kann somit eine Abschätzung der Parasitendichte ermittelt werden.

Liegen Probenserien aus einem definierten Bereich vor, können Verteilungsmuster entweder in Bezug auf die Lage oder auf die Verteilung in vertikaler Ebene erstellt werden. Aus diesen können Informationen über die historische Landnutzung abgeleitet werden. In solchen Probenserien sind auch negative Proben wichtig, da somit die Ablagerungszonen von Exkrementen eingeschränkt werden kann. Solche Analysen können Einblicke in die Nutzung von Strukturen liefern (für das Oppidum Bibracte siehe Golanova et al. 2020), oder auch über die Verteilung von Abwässern aus Städten ins Umland (derzeit laufende Studie an der Universität Leipzig).

Weiterführende Analysen

Die mikroskopische Bestimmung von Parasiteneiern ermöglicht die fokussierte Auswertung von positiven Proben mit aufwändigeren Methoden. Besonders zu erwähnen wären hier die genetischen Methoden, die eine genauere Bestimmung der Parasitenarten in den Proben ermöglichen. Auch die genetische Zusammensetzung der Parasitenpopulation,

wie wir sie beispielsweise für *Trichuris trichiura* in den mittelalterlichen Hafenstädten von Lübeck und Bristol durchgeführt haben, kann interessante neue Erkenntnisse hervorbringen. Die genetische Analyse der Peitschenwurm-DNA aus diesen Grabungen hat beispielsweise ergeben, dass es eine direkte Verbindung zwischen den beiden Städten gegeben haben muss, auch wenn davon ausgegangen wird, dass der meiste Handel der Hanse sich überwiegend auf die englische Ostküste beschränkte (siehe dazu Flammer et al. 2018).

Es ist wichtig, die Daten möglichst systematisch und vollständig zu erfassen, so dass Vergleiche mit anderen Fund-

stellen möglich werden. Auch wenn paläoparasitologische Forschungen seit über hundert Jahren betrieben werden, so fehlen nach wie vor systematische Zusammenstellungen und Vergleiche. Die Paläoparasitologie kann viele neue und wichtige Einblicke bieten und kann in sehr vielfältigen Kontexten angewandt werden. Das Sedimentmaterial ist in großen Mengen verfügbar und daher stehen der breiteren Anwendung der Paläoparasitologie nichts im Weg.

Dr. Patrik Flammer
Gastwissenschaftler TU Dresden
dr.patrik.flammer@gmail.com

Literatur

Aspöck et al. 1973: H. Aspöck/H. Flamm/O. Picher, Darmparasiten in menschlichen Exkrementen aus prähistorischen Salzbergwerken der Hallstatt-Kultur (800–350 v. Chr.). Zentralblatt für Bakteriologie, Mikrobiologie und Hygiene. Abteilung 1. Originale. A, Medizinische Mikrobiologie, Infektionskrankheiten und Parasitologie 223, 4, 1973, 549–58.

Bouchet et al. 1998: F. Bouchet/S. Bentrard/J. Paicheler, Enquête épidémiologique sur les helminthiases à la cour de Louis XIV. médecine/sciences 14,4, 1998, 463–466. https://publi.inserm.fr/bitstream/handle/10608/1064/1998_4_463.pdf?sequence=1

Flammer et al. 2018: P. Flammer/S. Dellicour/S. Preston/D. Rieger/S. Warren/C. Tan/R. Nicholson/R. Přichystalová/N. Bleicher/J. Wahl/N. Faria/O. Pybus/M. Pollard/A. Smith, Molecular archaeoparasitology identifies cultural changes in the Medieval Hanseatic trading centre of Lübeck. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 285, 1888, 2018. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0991>

Flammer et al. 2020: P. Flammer/H. Ryan/S. Preston/S. Warren/R. Přichystalová/R. Weiss/V. Palmowski/S. Boschert/K. Fellgiebel/I. Jasch-Boley/M. Kairies/E. Rummele/D. Rieger/B. Schmid/B. Reeves/R. Nicholson/L. Loe/C. Guy/T. Waldron/J. Machacek/J. Wahl/M. Pollard/G. Larson/A. Smith, Epidemiological insights from a large-scale investigation of intestinal helminths in Medieval Europe. PLOS Neglected Tropical Diseases 14,8, 2020. <https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0008600>

Golanova et al. 2020: P. Golanova/M. Hajnalova/L. Lisa/P. Milo/L. Petr/M. Frankova/J. Kysela/P. Flammer/R. Kocarova/P. Barta, Investigating the complex story of one ditch-A multidisciplinary study of ditch infill provides insight into the spatial organisation within the oppidum of Bibracte (Burgundy, France). PLOS ONE 15,4, 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231790>

Jones 1983: A. Jones, A coprolite from 6–8 Pavement. In: A. Hall/H. Kenward/D. Williams/J. Greig, Environment and Living Conditions at Two Anglo-Scandinavian Sites. The Archaeology of York 14,4 (London 1983) 225–229. <https://www.collections.yorkarchaeologicaltrust.co.uk/s/collections/item/74482#g=1&slide=0>

Jones 1984: A. Jones, Parasite ova from Roman levels at two sites within the Fortress of Eboracum: Two sites from the Bedren area of York. Ancient Monuments Laboratory Report 4310, 1984. <https://historicengland.org.uk/research/results/reports/4310>

Mitchell et al. 2013: P. Mitchell/H. Yeh/J. Appleby/R. Buckley, The intestinal parasites of King Richard III. The Lancet, 382,9895,888, 2013. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61757-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61757-2)

Pike 1968: A. Pike, Recovery of Helminth Eggs from Archaeological Excavations, and their Possible Usefulness in providing Evidence for the Purpose of an Occupation. Nature 219,5151, 1968, 303–304. <https://doi.org/10.1038/219303a0>

Pullan et al. 2014: R. Pullan/J. Smith/R. Jasrasaria/S. Brooker, Global numbers of infection and disease burden of soil transmitted helminth infections in 2010. Parasit Vectors 7, 2014. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24447578/>

Török et al. 2016: E. Török/E. Moran/F. Cooke, Oxford handbook of infectious diseases and microbiology (Oxford 2016). <https://doi.org/10.1093/med/9780199671328.001.0001>

Rieger/Flammer 2022: D. Rieger/P. Flammer, Lübecks Archäoparasiten als Transmitter zur Erforschung des mittelalterlichen Individuums. In: D. Rieger (Hrg.), Die Ausgrabungen im Lübecker Gründungsviertel II. Archäoparasitologie, Handelsgeschichte, Paläopathologie und Anthropologie (Lübeck 2022) 11–130.

Ruffer 1910: M. Ruffer, Note on the Presence of "Bilharzia Haematobia" in Egyptian Mummies of the Twentieth Dynasty (1250-1000 B.C.). British Medical Journal 1,2557, 1910, 16. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20764829>

Ryan et al. 2022: H. Ryan/P. Flammer/R. Nicholson/L. Loe, B. Reeves/E. Allison/C. Guy/I. Doriga/T. Waldron/D. Walker/C. Kirchhelle/G. Larson/A. Smith, Reconstructing the history of helminth prevalence in the UK. PLOS Neglected Tropical Diseases 16,4, 2022. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0010312>

Szidat 1944: L. Szidat, Über die Erhaltungsfähigkeit von Helmintheneiern in vor- und frühgeschichtlichen Moorleichen. Zeitschrift Für Parasitenkunde 13,3, 1944, 265–274. <https://doi.org/10.1007/BF03177148>

Wharton 1980: D. Wharton, Nematode egg-shells. Parasitology 81,2, 1980, 447–463. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7003502>

Wharton 1983: D. Wharton, The production and functional morphology of helminth egg-shells. Parasitology 86,4, 1983, 85–97. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6346235/>



(a)



(b)



(c)

1

Das Bodenradargerät GSSI SIR-4000 im Einsatz mit unterschiedlichen Antennen: (a) 200 MHz, (b) 350 MHz, (c) 900 MHz (Fotos: Referat Z V – Zentrallabor & Geo-Erkundung, BLfD).

Roland Linck

Bodenradarmessungen

Zerstörungsfreies Mittel der archäologischen Forschung

Die moderne Geophysik bietet eine Vielzahl zerstörungsfreier Prospektionsmethoden für die Detektion und Kartierung untertägiger archäologischer Strukturen. Dies macht den Fachbereich für Denkmalämter und die archäologische Forschung heute unverzichtbar. Mittlerweile hat er sich von einer bloßen Hilfswissenschaft zu einem eigenständigen Forschungsbereich entwickelt. Nahezu jedes moderne archäologische Grabungsprojekt beginnt heutzutage mit einer möglichst umfassenden geophysikalischen Prospektion. Das Ergebnis ermöglicht es in der Regel nicht nur, einen Plan der gesamten Fundstelle zu erstellen, sondern liefert auch Informationen zu ihrem Aufbau, ihrer Funktion und zu ihrem Erhaltungszustand. Zugleich lassen sich neue wissenschaftliche Fragestellungen aus den Ergebnissen geophysikalischer Messungen ableiten und potentielle Ausgrabungen optimieren.

Aus der Vielzahl an Verfahren der angewandten Geophysik haben sich drei Methoden für die archäologische Prospektion bewährt: Neben der Magnetik als passivem Verfahren sind dies die Elektrik und das Bodenradar als aktive Verfahren. Passive Verfahren nutzen dabei eine anthropogen verursachte Änderung in einem natürlichen Feld, wie beispielsweise dem Erdmagnetfeld. Bei aktiven Verfahren wird das Nutzsignal künstlich erzeugt und die durch die archäologischen Strukturen erzeugten Veränderungen werden aufgezeichnet.

Die geophysikalische Prospektion wird bereits seit den frühen 1980er Jahren standardmäßig am Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege (BLfD) eingesetzt. Erste Testmessungen, deren Daten bis heute im Original vorliegen,

datieren sogar zurück bis in die 1960er Jahre. Während der Fokus in den ersten Jahrzehnten auf Magnetikmessungen lag, werden seit 2008 auch vermehrt Radarmessungen durchgeführt. Heute sind die beiden Verfahren in etwa gleich häufig in den jährlichen Projekten vertreten. Bereits seit 1982 bietet das BLfD die einmalige Chance, dass zwei Geophysiker:innen fest angestellt sind. Dies ermöglicht es, die Messdaten nicht nur archäologisch auszuwerten, sondern auch aus geophysikalischer Perspektive im Hinblick auf die Materialeigenschaften und den physikalischen Ursprung der Anomalien. In diesem Beitrag soll exemplarisch näher auf das Verfahren des Bodenradars eingegangen werden.

Einführung in Bodenradar

1. Methodische Grundlagen

Das Bodenradar (Englisch *Ground Penetrating Radar* [GPR]) stellt eine aktive geophysikalische Prospektionsmethode dar. Zur Messung im Bereich der archäologischen Prospektion werden elektromagnetische Wellen im Frequenzbereich zwischen 200 MHz und 2 GHz mittels einer Sendeantenne in den Untergrund abgestrahlt. Der an Strukturänderungen und Störkörpern reflektierte Teil dieser Wellen wird anschließend durch eine Empfangsantenne wieder aufgezeichnet. Für eine erfolgreiche Anwendung des Verfahrens muss deshalb eine signifikante Materialänderung im Boden vorliegen. Aus diesem Grund wird das Bodenradar meist zur Detektion von Steinbefunden eingesetzt.

Die Reflektivität hängt vor allem vom Untergrundmaterial und der Bodenfeuchtigkeit ab, die physikalisch durch Leitfähigkeit

und Dielektrizitätszahl beschrieben werden. Beide Faktoren bestimmen zudem die Eindringtiefe der Wellen in das Material. Letztere ist jedoch auch von der verwendeten Antennenfrequenz abhängig. Dabei gilt, dass die Wellen umso tiefer eindringen, je niedriger die Frequenz ist. Da jedoch zugleich die Auflösung mit höherer Frequenz zunimmt, muss vor jeder Messung ein Kompromiss zwischen den beiden Faktoren gefunden werden, um die zu erwartenden archäologischen Befunde ideal detektieren zu können.

Der Vorteil des GPR gegenüber den anderen Verfahren liegt darin, dass zum einen auch eine Messung auf versiegelten Flächen möglich ist und zum anderen die Signallaufzeit einen Hinweis auf die Tiefenlage der archäologischen Befunde gibt.

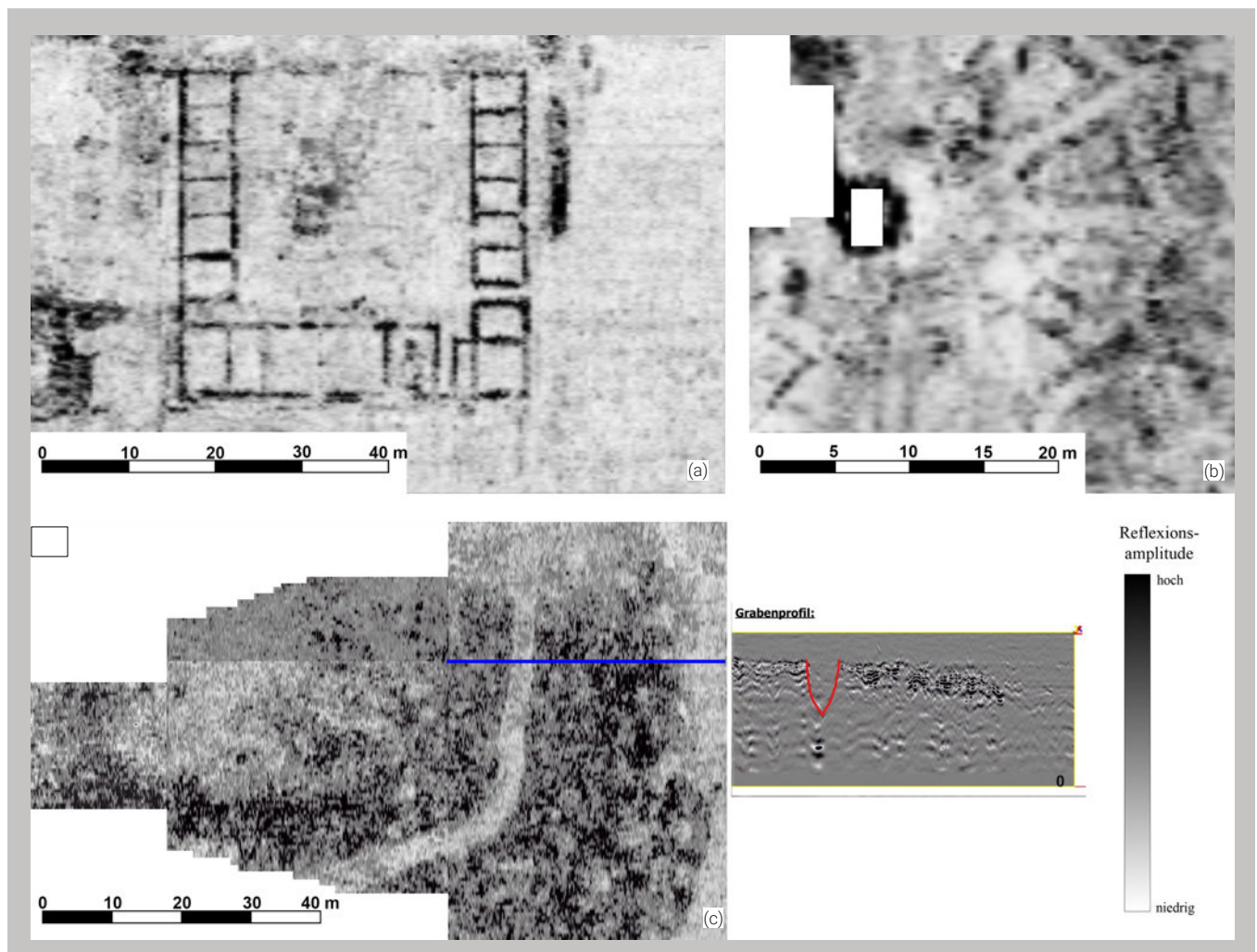
2. Verwendete Messanordnung

Bei dem am BLfD eingesetzten Radargerät GSSI SIR-4000™ handelt es sich um ein Impulsradargerät, d. h. die Tiefe der aufgelösten Befunde berechnet sich aus der doppelten Laufzeit der Wellen im Boden. Die beiden Send- und Empfangsantennen sind hierbei in einer sogenannten *common-offset*-Anordnung zusammengefasst und nach oben und den Seiten gegen Störreflexionen abgeschirmt. Bei dieser Anordnung werden die beiden Antennentypen immer im gleichen Abstand gehalten und gemeinsam über die Messfläche bewegt. Je nach Größe der zu erwartenden Befunde (= Auflösung) und der Befundtiefe stehen unterschiedliche Antennen mit Frequenzen von 200 MHz (Abb. 1a), 350 MHz (Abb. 1b) und 900 MHz (Abb. 1c) zur Verfügung. Während die nieder-

frequente Antenne nur zur Bestimmung von Schichtgrenzen geeignet ist, findet die mittelfrequente Antenne ihren Haupteinsatz bei der Untersuchung von archäologischen Strukturen auf landwirtschaftlichen Flächen. Für sehr kleine, oberflächennahe Befunde oder bei Messungen in Innenräumen wird aus Platzgründen zumeist die hochfrequente Antenne gewählt.

Obwohl heutzutage vermehrt GPR-Mehrkanalapparaturen auf den Markt kommen, setzt unsere Arbeitsgruppe weiterhin auf das oben beschriebene Einkanalssystem. Die Gründe hierfür sind vielfältig: Zum einen muss die Antenne aus methodischen Gründen immer flächigen Kontakt zum Untergrund besitzen. Da Mehrkanalantennen aber eine Breite von 1–2 m besitzen, kommt es auf landwirtschaftlich genutzten Arealen, die den Großteil unserer Messflächen darstellen, schnell zu Problemen, da aufgrund des unebenen Untergrunds Teilbereiche der Antenne in der Luft sind und damit kein Signal in den Boden gelangen kann. Zudem sind derartige Antennenarrays deutlich schwerer und können nur mehr motorisiert, z. B. hinter einem Quad oder ATV (*all-terrain vehicle*, Deutsch: Geländefahrzeug), bewegt werden. Dies stellt aber für viele Landbesitzer in Bayern einen Ausschlussgrund dar und sie erlauben nur eine Betretung mit den wesentlich leichteren

2a–c Beispiel für Messergebnisse. (a) Steinmauern einer römischen *principia* (Stabsgebäude); (b) neuzeitliche Gartenanlage in Sternform; (c) verfüllter mittelalterlicher Graben, die blaue Linie markiert die Lage des Profils rechts daneben (Abbildungen: Roland Linck, BLfD).



handgestützten Messsystemen. Da zudem die Ackerschläge in Bayern im Schnitt nur wenige Hektar groß sind, treten auch schnell Probleme mit dem Rangieren motorisierter Anordnungen auf. Wir haben uns zudem dafür entschieden, das GPR-System nicht mit einem GNSS-Empfänger zur Messpunktlokalisierung auszustatten, da unsere Radarmessflächen oft nahe an Gebäuden oder Bäumen liegen, sodass Probleme mit dem Satellitenempfang auftreten können. Zudem stellen die in den GNSS-Empfängern verbauten Mobilfunkmodule zur RTK-genauen Korrektur eine Störquelle dar, da sie in exakt demselben Frequenzbereich wie die Radarantenne operieren.

Auswahl an geeigneten Messflächen

1. Archäologische Befundgattung

Wie oben erwähnt, wird das GPR zumeist zur Detektion von Steinmauern im Untergrund eingesetzt, da hierbei der Materialkontrast und damit der Reflektionskoeffizient maximal sind. So lassen sich insbesondere bei Gebäudefundamenten römischer, mittelalterlicher und neuzeitlicher Zeitstellung aussagekräftige Ergebnisse erzielen (Abb. 2a). Auch ehemalige Straßen und Wege, Gartenanlagen (Abb. 2b) sowie Gewölbehohlräume können zumeist gut detektiert werden. Schwieriger sieht es hingegen mit verfüllten Gräben aus. Diese lassen sich nur unter idealen Bedingungen erkennen, wenn die Verfüllung mit einem anderen Material erfolgte oder einen Dichteunterschied zur Umgebung aufweist (Abb. 2c). So gut wie gar nicht lassen sich verfüllte Gruben, Pfostenstellungen und Gräber nachweisen, da hier, zumindest in Bayern, der Materialunterschied nicht groß genug ist.

2. Flächenbeschaffenheit

Insgesamt gilt hier, dass die zu messende Fläche auf so wenige Flurstücke wie möglich aufgeteilt sein sollte, da anderenfalls eine zeitgleiche Begehrbarkeit aller Teilbereiche erfahrungsgemäß nicht oder nur schwer realisierbar ist. Generell sind Messungen nur im freien Feld möglich, da die Messareale in exakt parallelen Spuren abgelaufen werden müssen. Deshalb sind Messungen im Wald nicht durchführbar. Bezüglich der Flächengröße lässt sich festhalten, dass mit der von uns gewählten Messanordnung ein zusammenhängendes Areal zwischen 20 m x 20 m und 70 m x 70 m Größe erfasst werden kann. Bei kleineren Flächen gibt es bei der Datenauswertung Probleme mit zu großer Interpolation zwischen den Messspuren. Größere Flächen sind nicht mehr an einem

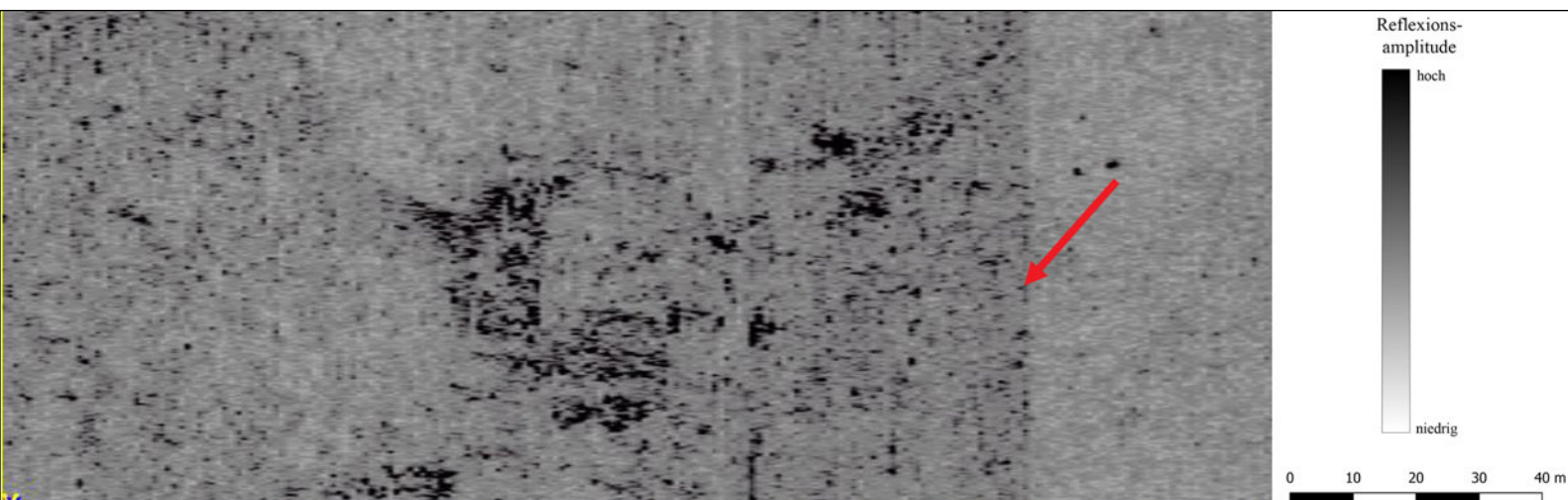
Arbeitstag erfassbar und es treten deshalb potentielle Probleme mit sich ändernder Bodenfeuchte auf, die dazu führen können, dass die Daten nicht mehr verarbeitbar werden (Abb. 3). Die Messfläche sollte sich zudem in rechteckige Areale unterteilen lassen, um die oben angesprochenen parallelen Profile zu ermöglichen. Wünschenswert sind auch so wenige Hindernisse innerhalb der Messfläche wie möglich, da einzelne, kleinere Objekte, wie einzeln stehende Bäume o. Ä., zwar umfahren werden können, jedoch einen extremen Mehraufwand in der Datenverarbeitung bedeuten.

Auch die Topographie einer Messfläche besitzt einen Einfluss auf die Bodenradarmessungen. Denn im Falle einer starken Hangneigung werden die elektromagnetischen Wellen nicht wie üblich senkrecht in den Boden abgestrahlt, sondern in schräger Einfallsrichtung. Damit stammt die zugehörige Reflexion auch nicht von einem Befund direkt unter, sondern von der Seite. Die in den Daten angezeigte Position ist deshalb nicht zu 100 % korrekt, sondern vertikal projiziert (Abb. 4). Neben einer Abweichung in der exakten Lage des Befundes, kommt es somit auch zu einer gewissen Über- bzw. Unterschätzung der Größe einer archäologischen Struktur.

Hinsichtlich des geologischen Untergrundes und des Bodens der Messflächen ist zu beachten, dass die Messung problematisch wird, wenn der Untergrund sehr staunass oder stark tonig ist. Denn eine erhöhte Bodenfeuchte und Leitfähigkeit behindern das Eindringen der elektromagnetischen Wellen in den Boden. Jedoch zeigen unsere Erfahrungen, dass teilweise sogar bei Bodenfeuchten von 40–50 Vol% noch aussagekräftige Daten erhoben werden können. Man muss in diesem Fall jedoch mit Einbußen in der Datenqualität und Eindringtiefe rechnen, sodass nur oberflächennahe archäologische Befunde detektiert werden können. Der ideale Zeitraum für Bodenradarmessungen liegt deshalb, je nach Witterung, in der Regel zwischen April und September.

Die Oberfläche für GPR-Messungen muss glatt und eben sein, da anderenfalls erneut die Grundvoraussetzung eines

- 3 Durch Gewitter während Messzeitraum bedingter Bodenfeuchteunterschied zeigt sich als deutliche Störung in den Daten. Der rote Pfeil markiert den Beginn der Messung nach dem Gewitter, welche auf der rechten Seite der Abbildung dargestellt ist. Der Effekt verstärkt sich noch bei Messung an unterschiedlichen Tagen (Abbildung: Roland Linck, BLfD).



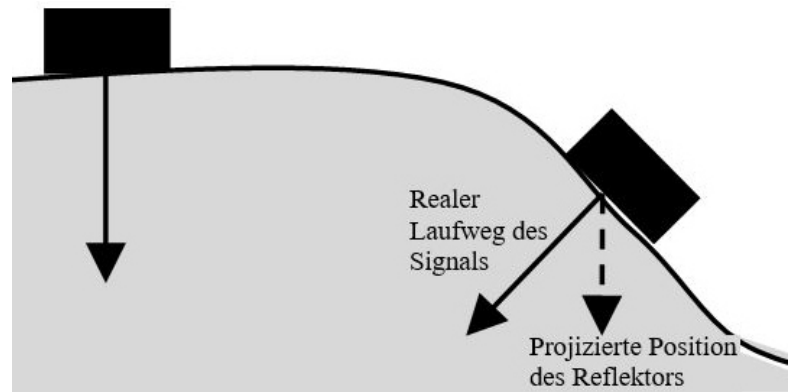
dauerhaften, flächigen Kontakts der Antenne mit dem Untergrund nicht mehr erfüllt ist. Für Ackerflächen bedeutet dies jedoch, dass sie nur bedingt und kurz nach der Aussaat messbar sind, da nur dann ein ebener Untergrund vorliegt (Abb. 5). Sehr gut geeignet sind hingegen Wiesenflächen sowie asphaltierte und gepflasterte Bereiche. Jedoch sind auch hier ein paar Voraussetzungen zu erfüllen: das Gras darf maximal ca. 15–20 cm hoch sein, da das Signal anderenfalls bereits vor dem Eintritt in den Untergrund zu stark gedämpft wird.

Bei Pflasterflächen ist zu beachten, dass diese nicht zu uneben sind und keine trennenden Bordsteine besitzen. Problematisch können insbesondere im innerstädtischen Bereich Flächen mit stark variierendem Untergrund sein, z. B. durch Wechsel von Rasen und Pflaster innerhalb einer Fläche. Denn das Messgerät kann nur auf einen Bodenbelag optimal eingestellt werden, sodass bei einem Wechsel Einbußen in der Signalqualität in Kauf genommen werden müssen. Anders als beispielsweise bei Magnetometermessungen spielen äußere technische Einflüsse wie Straßen, Autos, Gebäude etc. bei GPR nur eine untergeordnete Rolle. Deshalb können entsprechende Messungen auch innerhalb von besiedelten Arealen durchgeführt werden. Vorsicht ist jedoch in der Nähe von Funkmasten geboten, insbesondere von Mobilfunkmasten, weil diese noch in einigen hundert Metern Entfernung Störsignale erzeugen können, da sie im gleichen Frequenzbereich wie das Bodenradar arbeiten.

Feldmessung

1. Vorbereitung der Messung

Die Auswahl geeigneter Messflächen ergibt sich unter verschiedenen Gesichtspunkten. Zunächst einmal können geophysikalische Messungen dazu dienen, im Tagesgeschäft der Praktischen Bodendenkmalpflege als Mittel zur bauvorbereitenden Planung einen Überblick über etwaige archäologische Befunde zu gewinnen. Jedoch kann Geophysik nie eine Negativaussage treffen. Es kann deshalb nur gesagt werden, dass im entsprechenden physikalischen Parameter keine Anomalien erkennbar sind. Oft ist damit im Nachhinein trotzdem



*Normale
Abbildung der
Radarstrahlen*

*Abbildung der
Radarstrahlen
bei geneigter
Topographie*

4 Schematische Darstellung der Signalausbreitung beim Bodenradar bei normaler Topographie (links) sowie bei starkem Relief (rechts) (Abbildung: Roland Linck, BLfD).

noch eine harte Prospektion notwendig. Aus diesem Grund kann die Geophysik ihre Stärken insbesondere dort ausspielen, wo sie zerstörungsfrei einen hochgenauen Plan der untertägigen Befunde liefern kann. Wir wählen in diesem Fall geeignete Messflächen anhand von bereits vorhandenen Quellen, wie Luftbildbefunden, Teilgrabungen oder alten Plänen aus. Sehr hilfreich gestaltet sich hierfür das Fachinformationssystem des BLfD, in dem alle diese Informationen gesammelt vorliegen.

Der nächste Schritt ist, die Eigentümer der entsprechenden Flurstücke zu ermitteln und zu kontaktieren. Hier ist oft einiges an Überzeugungsarbeit notwendig, um das Vorhaben zu vermitteln und die Vorteile herauszustellen. Denn in den meisten Fällen handelt es sich bei den potentiellen Messflächen bereits um eingetragene Denkmäler, sodass die Ergebnisse der Untersuchungen nur zu Präzisierungen beitragen. Konnten die Eigentümer überzeugt werden, müssen die Messungen in den landwirtschaftlichen Jahresrhythmus eingetaktet werden, da kein Flurschaden entstehen sollte und die Flächen für eine erfolgreiche Messung auch gewisse Voraussetzungen bezüglich des Bewuchses gegeben sein müssen (siehe vorheriges Kapitel).

2. Durchführung der Messungen

Für die Feldmessungen in der von uns praktizierten Art und Weise mittels paralleler Profile werden mindestens drei Personen benötigt: eine Person für die Bedienung des Messgeräts, zwei weitere für die Markierung der Messspuren mit Schnüren. Aufgrund der Komplexität des Verfahrens des GPR sollte sich das Messteam idealerweise aus mindestens einer Wissenschaftlerin oder einem Wissenschaftler und zwei technischen Fachkräften zusammensetzen. Letztere sind in unserem Fall ebenfalls Geowissenschaftler, jedoch ist es auch möglich, hierfür z. B. Grabungstechniker:innen einzusetzen.

5 Foto einer idealen Messfläche auf einem Acker. Erkennbar ist auch der Ablauf der Messung mittels paralleler Profile, die mit zwei grünen Messschnüren markiert werden, sowie der Basislinie am Anfang der Profile (= gelbe Schnur) (Foto: Tatjana Gericke, BLfD).

Zunächst muss die Messfläche im Feld abgesteckt und die Eckpunkte mit Holzpflocken markiert werden. Hierfür sind zwei Verfahren möglich: Ist bereits im Vorfeld im Büro klar, welcher Teilbereich genau vermessen werden soll, können die Eckpunkte bereits in einem GIS geplant und vor Ort mit Hilfe eines GNSS-Systems abgesteckt werden. Ist hingegen unklar, welche Bereiche exakt zugänglich sind und ob es Hindernisse gibt, so können die Eckpunkte auch im Feld mittels Fluchtstangen, Maßband und Winkelprisma markiert und anschließend eingemessen werden (Abb. 6).

Als nächster Schritt ist beim Bodenradar die Wahl der korrekten Messkonfiguration notwendig. Neben der richtigen Antennenfrequenz muss auch die Trägerplattform gewählt werden. Denn je nach Untergrund ist eine Montage der Antenne auf einem Schlitten oder an einem dreirädrigen Handwagen möglich (Abb. 7). Während sich erstere für niederfrequente Antennen, unebenes Terrain oder enge Messflächen im Innenraum eignet, liefert letztere einen schnelleren Messfortschritt und genauere Daten, da die Richtung der Messprofile besser eingehalten werden kann. Die Messung selbst wird bei beiden Varianten basierend auf einem vorher definierten Abstand mittels Hodometer (mechanischer Wegmesser) ausgelöst.

Die Messfläche wird in parallelen Profilen in wechselnder Richtung abgelaufen (Abb. 8). Die Wahl des Profilabstandes hängt dabei von mehreren Faktoren ab. Zum einen gilt, dass der ideale Profilabstand eine Antennenbreite betragen sollte. Deshalb ist mit kleineren, hochfrequenten Antennen ein engerer Abstand möglich als mit großen, niederfrequenten Antennen. Bei der von uns standardmäßig für archäologische Fragestellungen eingesetzten 350 MHz-Antenne liegt der ideale Profilabstand bei 50 cm. Denn durch die Ausbreitung des Signals in Kegelform im Untergrund überlappen sich die Messbereiche zweier benachbarter Linien bei dieser Frequenz ab etwa 50 cm Tiefe.

Da in Bayern die archäologischen Befunde in der Regel zwischen 50 und 150 cm tief liegen, wird damit sichergestellt, dass keine Befunde im Untergrund verfehlt werden. Ein engerer Profilabstand würde deshalb zwar eine etwas höhere Auflösung bieten, aber andererseits auch mehr Messzeit in Anspruch nehmen. Somit ist eine Verringerung des Profilabstands auf 25 cm nur bei sehr kleinen Messflächen nötig, bei denen ansonsten zu wenige Profile für eine aussagekräftige Datenauswertung vorliegen würden. Die Markierung der aktuellen Messspur erfolgt mit zwei Schnüren, die jeweils weitergelegt werden (Abb. 5).

Ein weiterer zu beachtender Faktor bei GPR-Messungen ist die Orientierung der Messspuren. Aufgrund der Antennenabstrahlcharakteristik sollten die zu erwartenden Befunde immer möglichst rechtwinklig erfasst werden. Deshalb müssen die Profile entsprechend ausgerichtet sein und bei unbekannter Ausrichtung der archäologischen Strukturen empfiehlt sich teilweise sogar eine Messung in zwei Messrichtungen von 90° zueinander, um eine ideale Abdeckung vor allem bei kleinräumigen Befunden zu gewährleisten. Jedoch bedeutet letzteres auch erneut eine Verdoppelung der Messzeit.

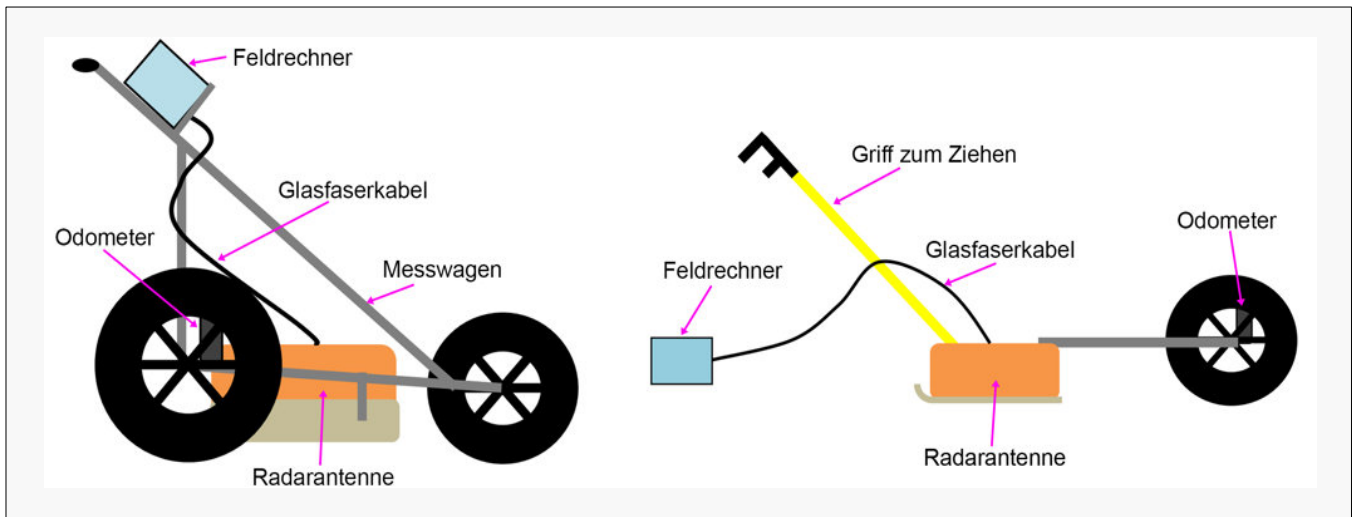


6

Manuelles Abstecken einer Messfläche mit Hilfe von Maßband, Fluchtstangen und Winkelprisma (Foto: Jörg Fassbinder, BLFD).

Datenauswertung

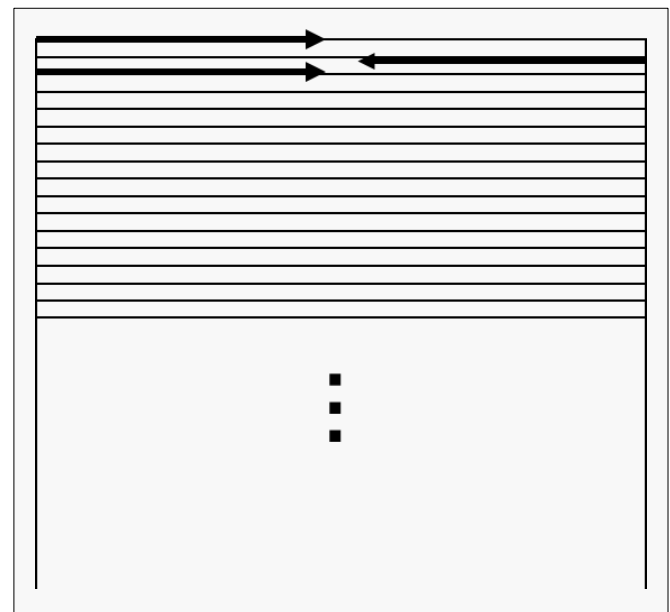
Ein wesentlicher Arbeitsschritt beginnt nach Abschluss der Geländetätigkeit. Denn normalerweise bedeutet ein Mess-tag etwa 3–7 Tage Büroarbeit zur Verarbeitung und Interpretation der Ergebnisse. Für die Prozessierung der GPR-Daten nutzt unsere Arbeitsgruppe die Software RADAN® 7 von GSSI. Da beide vom selben Hersteller sind, ist eine perfekte Kompatibilität sichergestellt und die Daten lassen sich einfach einlesen und verarbeiten. Zudem ist die Software vergleichsweise übersichtlich und damit benutzerfreundlich. Selbstverständlich lassen sich Radardaten auch mit einer Vielzahl anderer Softwarepakete, wie z. B. ReflexW, Geolitics, GPR-Slice etc., prozessieren. Jedoch ist hier oft eine längere Einarbeitungszeit notwendig. Die Datenverarbeitung wird dabei sowohl von den beiden Wissenschaftlern, als auch von den Techniker:innen durchgeführt.



7 Schematische Messanordnung eines Radargeräts auf Handwagen (links) und Schlitten (rechts) (Abbildungen: Roland Linck, BLfD).

Erst die Interpretation der Ergebnisse ist dann ausschließlich Aufgabe der Wissenschaftler. Die Visualisierung der GPR-Daten kann dabei entweder als Einzelprofil oder durch Kombination aller Profile der Messfläche und horizontales Schneiden als Tiefenscheiben erfolgen (Abb. 2c).

Während erstere Version besser zur Kartierung von Schichtgrenzen geeignet ist, lassen sich archäologische Befunde wie Mauern oder verfüllte Gräben besser in den Tiefenscheiben erkennen. Die Abstände der Tiefenscheiben werden dabei von der verwendeten Antennenfrequenz bestimmt: Für die 350 MHz-Antenne bieten sich 20 cm dicke Datenscheiben an, für die 900 MHz-Antenne eher 10 cm. Über die im Feld RTK-genau eingemessenen Eckpunkte der Messfläche lassen sich nun diese Tiefenscheiben in einem GIS georeferenzieren. Anschließend kann daraus ein vektorbasierter Interpretationsplan der archäologischen Befunde erstellt werden, der zur weiteren wissenschaftlichen Publikation und für die Praktische Denkmalpflege verwendet werden kann. Um eine möglichst korrekte Interpretation der unterirdischen Strukturen sicherzustellen, ist es notwendig, vor der Planerstellung alle verfügbaren Quellen zu studieren. Dazu gehören historische Aufzeichnungen, Pläne, Ansichten, etwaige Ergebnisse von Teilgrabungen oder Lesefunde, Vergleiche mit ähnlichen Befunden aus geophysikalischen Messungen oder von Luftbildern. Auch die topographische und geologische Lage der Fundstelle sowie die physikalischen Eigenschaften der Messwerte sind dabei unbedingt zu berücksichtigen. Im Vergleich zu anderen geophysikalischen Verfahren, wie z. B. der Magnetik, stellt das Bodenradar eine besondere Herausforderung dar: Da es ein 3D-Abbild des Untergrundes erzeugt, müssen nicht nur einzelne Messbilder, sondern eine Vielzahl an Tiefenscheiben interpretiert werden. Die Ergebnisse liefern jedoch eine wertvolle Grundlage für die detaillierte Analyse verborgener Strukturen, die präzise Rekonstruktion archäologischer Fundstellen und die gezielte Planung weiterführender Untersuchungen.



8 Schema der Messung im „Grid-Mode“ mit parallelen Profilen wechselnder Richtung (Abbildung: Roland Linck, BLfD).

Der Einsatz von GPR im BLfD hat sich somit im Laufe der Jahre als wertvolles Werkzeug zur präzisen und nicht-invasiven Erfassung archäologischer Strukturen erwiesen und damit sowohl die Bodendenkmalpflege als auch die Effizienz der archäologischen Forschung in Bayern wesentlich unterstützt.

Dr. Roland Linck

Leiter des Fachbereichs Geo-Erkundung
Zentrallabor und Geo-Erkundung
Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege
Roland.Linck@blfd.bayern.de



1

Einwirkung durch Auswaschung in der Hanglage. Es sieht zunächst nach einem gepflasterten Fußboden aus, ist allerdings eine verwitterte Grauwackenformation (Sandstein), Zuflucht, nördlicher Schwarzwald (Foto: Heiko Steinwand).

Heiko Steinwand

Archäologische Steinfunde

Betrachtet aus der Sicht eines Steinmetzes

Im Fokus dieses Artikels stehen steinmetzmäßig bearbeitete Werksteine. Die gebräuchlichen Gesteine werden kurz vorgestellt, ebenso wie Möglichkeiten zur Erkennung anthropogener Bearbeitung. Ausführlicher behandelt werden die handwerklichen Bearbeitungsschritte sowie die für Steinmetzarbeiten typischen Werkzeuge.

Auf Ausgrabungen kommt es immer wieder vor, dass Skulpturenteile, Inschriften, Bauelemente oder Gefäßfragmente aus Stein gefunden werden. Diese lassen sich selbst für Laien schnell und recht sicher identifizieren. Anders sieht es bei unscheinbaren oder stark fragmentierten Stücken aus. Der Unterschied zwischen natürlichem oder anthropogenem Einfluss ist oft nicht so einfach zu erkennen, wie es zuerst scheint. Eine schmale ungleichmäßige Rille kann natürlichen Ursprungs sein, zum Beispiel durch Auswaschung von organischen Bestandteilen oder durch Wurzelfraß. Oder sie entstand dadurch, dass dort gelegentlich etwa Werkzeuge, Draht oder Pfeilspitzen angeschärft wurden. Die Beurteilung, ob es sich um ein archäologisches Artefakt handelt oder nicht, lässt sich durch Kenntnisse über die verschiedenen Gesteine deutlich erleichtern.

Daher ist es sinnvoll, sich zunächst die entsprechenden Gesteinsarten anzuschauen.

Gesteine

Gesteine werden prinzipiell in magmatische Gesteine, metamorphe Gesteine und Sedimentgesteine unterteilt.

Magmatite

Magmatite lassen sich in Tiefengesteine und Ergussgesteine unterteilen. Verkürzt ausgedrückt, entstehen Tiefengesteine, wie zum Beispiel Granite, durch Aufschmelzen verschiedener Bestandteile im Erdinneren. Sie erkalten beim Aufstieg in die Erdkruste relativ langsam und bilden dabei ein recht grobes Kristallgitter mit verschiedenen, unterschiedlich großen Bestandteilen aus. „Feldspat, Quarz und Glimmer, die drei vergess’ ich nimmer“, haben viele schon in der Schule als Merksatz für die Bestandteile von Granit gehört. Je langsamer ein Magmatitgestein erkalte, desto grobkristalliner ist es. Aufgrund ihrer großen Härte sind Granite ohne Pressluft oder mit Werkzeugen ohne Widia-Einsätze schwer zu bearbeiten. Widia ist die Abkürzung für „wie Diamant“ und bezeichnet spezielle Hartmetallwerkzeuge. Die unterschiedliche Elastizität und ungleichmäßige Verteilung der Bestandteile lassen die einzelnen Mineralien beim Bearbeiten oft ausbrechen und eine scharf gearbeitete Kante wird dadurch schwerer möglich. Trotz seiner technisch aufwendigen und arbeitsintensiven Bearbeitung wurde Granit erstaunlich oft verwendet. So gibt es beispielsweise römische oder pharaonische Steingefäße

aus ägyptischem Rosengranit sowie Statuen, darunter die der Königin Hatschepsut (ca. 1479–1458 v. Chr.), die aus demselben Material gefertigt wurden. Die Oberfläche dieser Stücke ist meistens nachpoliert. Aufgrund seiner hohen Wetterbeständigkeit eignet sich Granit auch gut als Baumaterial und wurde zum Beispiel beim Bau der Pyramiden verwendet.

Ergussgesteine wie Basalt entstehen, wenn glühendes Magma durch vulkanische Aktivitäten an die Erdoberfläche gelangt und dort schnell erkaltet. Sie zeichnen sich durch ein feineres Kristallgitter aus. Basalt ist zwar schwer zu bearbeiten, ermöglicht aufgrund seiner feinkristallinen Struktur jedoch eine schärfere Linienführung. Er wurde ebenfalls häufig als Baumaterial verwendet. Im romanischen Kloster Arnsburg sind beispielsweise fein gearbeitete Kapitelle zu bewundern. Am häufigsten dürften Basalte auf Ausgrabungen aber in Form von römischen Mühlsteinen aus Eifelbasalt bekannt sein.

Metamorphe Gesteine

Metamorphe Gesteine entstehen, wenn ein Ausgangsgestein durch Umlagerung in der Erdkruste unter dem Einfluss von hoher Temperatur und hohem Druck umgewandelt wird. Dies kann unter anderem im Zuge der Auffaltung von Gebirgen oder durch Plattentektonik geschehen. Die Gesteine werden dabei normalerweise nicht aufgeschmolzen. Die enthaltenen Mineralien sind meist gleich ausgerichtet, das heißt, sie haben sich in die gleiche Richtung orientiert. Ein Beispiel für metamorphes Gestein ist Schiefer, der zu Platten gespalten, oft zum Dachdecken benutzt wurde. Der bekannteste Vertreter ist aber sicherlich Marmor, der gerne zu Statuen verarbeitet wurde, als Werkstein aber etwas seltener Verwendung fand.

Sedimentgesteine

Sedimentgesteine werden je nach Entstehung als klastisch (z. B. Sandstein), chemisch (z. B. Gips) oder biogen (z. B. Kalkstein) bezeichnet. Sie entstehen durch Ablagerungen, die durch das Gewicht immer wieder neu aufgelagerter Schichten dem damit einhergehenden Druck und der Entwässerung ausgesetzt sind und komprimiert werden. Die einzelnen Schichtgrenzen werden Lager genannt und werden durch Bindemittel wie Calciumcarbonat oder Kieselsäuren zusammengehalten. Da die Bindemittel vieler Sedimentgesteine basisch sind, lösen sie sich im sauren Milieu stärker heraus und die Lager können sich öffnen. Im ersten Moment erscheinen dann natürliche Gesteinsformationen wie Reste einer schlecht gesetzten Trockenmauer. Durch einen genaueren Blick auf das umgebende und überlagernde Sediment kann solch eine Täuschung oft rasch erkannt werden. Um das Auslösen der Bindemittel durch eindringendes oder diffundierendes Wasser zu verhindern, werden Werksteine aus Sandstein üblicherweise mit dem Lager aufgesetzt, d. h. die Lager liegen horizontal und nicht senkrecht in der Mauer.

Einer der beliebtesten Sandsteine des norddeutschen Raumes ist der nach seiner Herkunft benannte Oberkirchener Sandstein. Er hat kaum Lager ausgebildet, die sich öffnen könnten und dadurch eine homogenere Struktur. Durch diese Kompaktheit einerseits und durch seine hohe Beständigkeit gegen Witterung und Frost andererseits, eignet er sich ebenso gut für grazile Bildhauerarbeiten wie für das Errichten dauerhafter Gebäude.

Ein anderes Sedimentgestein ist das seltene und dadurch wertvolle Gagat. Es wurde zum Beispiel in der Hallstattzeit zu Perlen oder Armbändern verarbeitet.

Um Kalksteine oder andere basische Steine zu identifizieren, eignet sich 10-prozentige Salzsäurelösung. Auf die Steine geträufelt, setzt die Säure Kohlenstoffdioxid frei und schäumt dann auf. Durch diese Methode lässt sich auf einer Ausgrabung in einer Region mit anstehendem Sandstein ein importierter Kalkstein identifizieren. Generell ist es zu empfehlen, importierte Steine genauer auf anthropogene Spuren zu untersuchen.

Im Gegensatz zu eventuell weit gehandelten Schmucksteinen haben Werksteine normalerweise keinen langen Weg hinter sich. Auf bodenkundlichen Karten sind Lagerstätten in der Nähe kartiert, von welchen die Steine importiert sein können. Bisweilen kann es so gelingen, den Ursprungsort importierter Steine zu klären. Im Falle von Stonehenge konnten auf diese Weise Handels- oder Transportwege rekonstruiert werden.

Liegemilieu

Um einen Stein als bearbeitet zu identifizieren, ist es hilfreich, das Milieu seines Fundortes zu berücksichtigen. Spezifische Verwitterungsbedingungen können Einfluss auf Form und Oberfläche eines Steins nehmen (Abb. 1). Lag er in einer ehemals wasserführenden Schicht, wie z. B. einem Bachlauf, sind Auswaschungen zu erwarten. Dagegen wirken in eiszeitlichen Geschieben mechanische Kräfte auf den Stein ein. An solchen Orten ist es wahrscheinlicher, dass ein Stein seine Form durch natürliche Prozesse erhalten hat, als dass er in Siedlungskontexten gefunden wurde. In einem römischen Kastell ist die Wahrscheinlichkeit, einen bearbeiteten Stein zu finden, allein durch die Häufigkeit der Nutzung wiederum höher als beispielsweise in einer Freilandsiedlung.

Wird ein ungewöhnliches Steinfragment im archäologischen Kontext und nicht im Rahmen eines geologischen Befundes entdeckt, ist bereits bei der ersten Begutachtung und Bergung besondere Vorsicht geboten. Selbst wenn der Stein auf den ersten Blick unbearbeitet erscheint, kann seine im Boden steckende Seite farblich gefasst sein. In solchen Fällen besteht die Gefahr, dass sich Farbreste beim Herausheben im Erdreich lösen und verloren gehen. Daher sollte das Fragment möglichst mit etwas umgebender Erde entnommen und erst anschließend behutsam gereinigt werden.

Anhaltspunkte zur Datierung von Werksteinen

Steinfunde können, wie jeder andere Fund auch, einen Datierungsansatz für eine archäologische Ausgrabung liefern. Insbesondere ab der Romanik entstehen regionale Ausprägungen und Stile, die in immer kürzeren zeitlichen Abständen aufeinander folgen. Durch Kenntnisse der Bauhistorie lassen sich manche Stücke auf wenige Jahrzehnte oder sogar Jahre eingrenzen, wie das Beispiel der Jugendstilepoche zeigt.

Steinmetzzeichen und sonstige Zeichen

Steinmetzzeichen und sonstige Markierungen auf Werksteinen können ebenso Anhaltspunkte zur Datierung geben. Zwar sind Steinmetz-, Versetz- und Steinbruchzeichen seit der Antike bzw. schon aus dem Alten Ägypten bekannt, in



2 (links) Setz- oder Bossiereisen. Rechts daneben befindet sich ein aus zwei parallelen Strichen bestehendes altes Versetzzeichen (Foto: Heiko Steinwand).

3 (rechts) Beim Bossieren abgeprelltes Stück. Auffällig ist die absolut gerade Kante, die genau der Länge des Setzeisens entspricht und die eingezogene, konkave Prellspur verursacht von der Schlagenergie, ähnlich der Wallnerlinien bei Silexabschlägen (Foto: Heiko Steinwand).

Mitteuropa erscheinen sie aber regelmäßig erst etwa ab dem 10. Jahrhundert – sehr zum Ärger des Steinmetzes vom Campus Galli (siehe Infobox am Ende), der sein Zeichen nicht in das Friedhofstor einschlagen durfte, da der Campus Galli eine Baustelle um 830 n. Chr. abbilden soll und um diese Zeit hier noch keine Steinmetzzeichen verwendet wurden. Während die angebrachten Versetzzeichen beim Zusammenfügen der Werksteine halfen, dienten Steinmetzzeichen zur Markierung der persönlichen Arbeit u. a. für die Entlohnung der Handwerker. Im besten Fall lassen sich dadurch sogar einzelne Steinmetze oder Hüttenmeister identifizieren. Eine Datierung allein durch Steinmetzzeichen auf die Zeit ab dem 10. Jahrhundert einzugrenzen, ist aber nicht ratsam, da auch an provinzialrömischen Bauwerken wie der Porta Nigra in Trier römische Steinmetzzeichen zu finden sind.

Verschiedene Datenbanken bieten eine umfangreiche Sammlung von Steinmetzzeichen und den zugehörigen Bauwerken; weitere Informationen dazu finden sich in der Infobox am Ende.

Gängige Arbeitsschritte bei Steinmetzarbeiten

Nachfolgend werden die gängigsten Arbeitsschritte zur Bearbeitung von Werksteinen mit den jeweiligen Werkzeugen und den dabei entstehenden Bearbeitungsspuren vorgestellt. Die Werkzeuge sind auf den folgenden Fotos (Abb. 2, 4, 5, 7–9) gezeigt, sodass die gesonderte Erklärung der einzelnen Eisen entfällt. Generell gilt, dass von grob zu fein gearbeitet wird. Je nach Zweck und Art des Steins werden unterschiedliche Werkzeuge benutzt.

Bossieren

Der zu bearbeitende Stein wird normalerweise zuerst mithilfe des Setzeisens bossiert (Abb. 2). Das heißt, dass der Großteil des nicht benötigten Materials von den Seiten her weggesprengt wird (Abb. 3). Das Material in der Mitte, das sich nicht wegsprengen ließ, muss anschließend mit weiteren Werkzeugen mühsam nachbearbeitet werden. Aus diesem Grund entfernt der geübte Steinmetz in diesem Arbeitsschritt so viel Stein wie möglich.

6 Könnte ein verwaschener Spitzhieb sein, ist aber eine durch Erosion entstandene Auswaschung (Foto: Heiko Steinwand).



4 Umlaufender Schlag (Fotos: Heiko Steinwand).



5 Spitzisen (Foto: Heiko Steinwand).



Schlag ziehen

Anschließend wird umlaufend ein Schlag mit einem Schlageisen als Kantenschutz und Höhenmarkierung gezogen (Abb. 4).

Spitzen

Der darauffolgende Schritt ist das Spitzen, bei dem der stehen gebliebene Rest mit einem Spitzeisen grob eingeebnet wird (Abb. 5). Der Hundezahn (ab der Romanik) ist dafür ebenfalls geeignet, hat aber im Gegensatz zum Spitzeisen zwei Spitzen.

Fläche machen

Die Oberfläche wird dann – je nach Epoche, Größe und gewünschtem Aussehen des Werkstücks – entweder mit dem Krönel, der Fläche (Steinbeil, Abb. 7) oder dem Zahneisen (Abb. 8) so weit abgeflacht, dass sie anschließend mit dem Scharriereisen endbearbeitet werden kann.

Weitere Werkzeuge dafür sind der Zweispitz und Stockhammer. Der Stockhammer lässt sich nur bei festem, homogenem Material wie dem Oberkirchener Sandstein anwenden, da er bei heterogeneren Sandsteinen durch die Wucht des Schlages die Lager aufsprengt. Er ist deswegen eher für Granite geeignet.

Das Zahneisen ist hierzulande ein Werkzeug der Gotik, obwohl es schon im antiken Griechenland benutzt wurde. Je besser vorgearbeitet wurde, desto weniger Bauern werden die Schaufläche dann beim Scharrieren verunstalten. Bauer nennt man eine unbeabsichtigte, abgeplatzte Stelle innerhalb einer ansonsten ebenen Sichtfläche.

Scharrieren

Das Scharrieren selbst taucht in Mitteleuropa ebenfalls erst ab der Gotik auf, obwohl diese Technik in der Antike durchaus bereits gebräuchlich war. Überwiegend wird in parallelen Reihen bahnscharriert. Der sogenannte Hamburger Doppelschlag aus der Zeit des Barocks hinterlässt eine besonders tiefe und breite Rille (Abb. 9). Ab der Neuzeit wird auch buntscharriert. Dabei wird das Scharriereisen nicht parallel, sondern willkürlich geführt. Somit lassen sich durch die verschiedenen Scharrierhiebe Rückschlüsse auf die Zeit ziehen, in der sie entstanden sind.

Anzeichnen

Zum Aufzeichnen auf dem Stein, dem sogenannten Anriss, wurden Reißnadel, Lineal und Steinzirkel verwendet, nachdem die Fläche plan gearbeitet war (Abb. 10).

Setzen der Steine

Handelt es sich um ein Werkstück, das in ein Gebäude eingebaut wird, ist an den unsichtbaren Flächen in der Regel eine grobe Bearbeitung ausreichend. Lediglich die Schauseiten von verzierten Elementen, wie z. B. Konsolen oder Gesimsen, werden sorgfältig bearbeitet. Man kann den Steinmetzen aber durchaus unterstellen, dass sie weniger Aufwand bei der Ausgestaltung betrieben haben dürften, je höher und damit uneinsehbarer ein Stein in einem Gebäude eingesetzt wurde.



7 Fläche oder Steinbeil wurden ab der Gotik eingesetzt zur Einebnung insbesondere großer Oberflächen (Foto: Heiko Steinwand).



8 Gezant mit eigens eingearbeitetem Bauer (Foto: Heiko Steinwand).



9 Von links nach rechts: Versuch eines Hamburger Doppelschlages, bahnscharriert, buntscharriert (Foto: Heiko Steinwand).

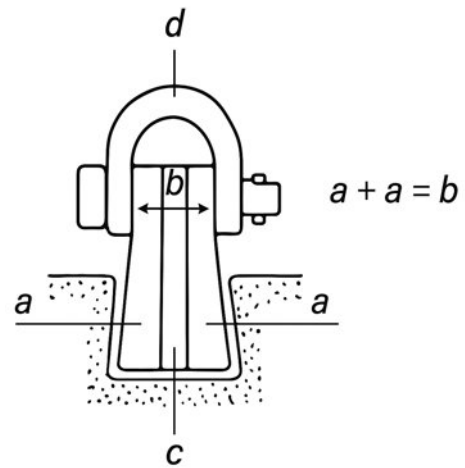
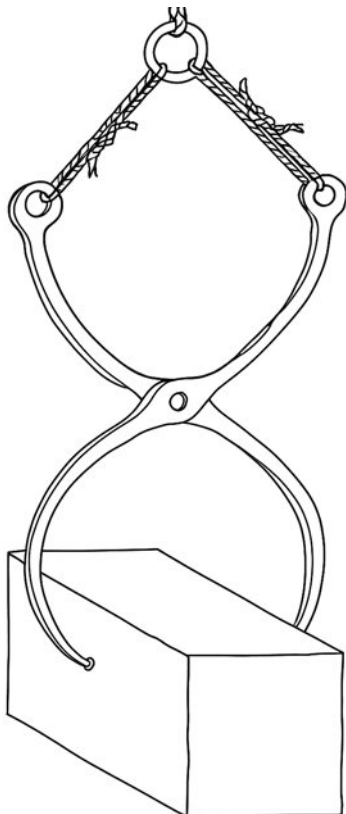


10 Der Anriss für die Hilfslinien der römischen Inschrift ist besonders oben rechts gut zu erkennen (Foto: Heiko Steinwand).

Andererseits wurde bei hoch angebrachten Wasserspeiern, Fresken oder ähnlichem durchaus auf die Perspektive geachtet. Ein solches Stück wirkt aus der Nähe betrachtet verzerrt, vom Boden aus gesehen aber perspektivisch korrekt. Auch die Größe des Werkstücks spielt eine Rolle bei der Auswahl des Werkzeugs. Wenn nur eine kleine Fläche plan gemacht werden soll, reicht es völlig aus, die Oberfläche mit einem Zahneisen zu bearbeiten. Bei einer großen Oberfläche, die eingeebnet werden soll, wird man ein Steinbeil oder bei nur grober Ausführung einen Krönel benutzen. Der Krönel wird allerdings erst seit der Renaissance verwendet. Hilfsmittel wie die Steinzange oder der Wolf dienten zum Versetzen von schweren Steinen. Bei der Steinzange (Abb. 11) greifen zwei mit einem Gelenkbolzen verbundene Greifarme in zwei vorher an den Seiten des Werksteins eingeschlagene Zangenlöcher. Die Greifarme werden beim Hochziehen durch das Gewicht des Steines zusammengezogen und halten so den Stein. Eines dieser Löcher ist an der Fassadenseite sichtbar, das andere liegt innerhalb des Gebäudes. Die Steinzange kann bei Steinen bis zu einer Spannweite von ca. 2 m verwendet werden.

Bei größeren Steinen kam der Wolf (Abb. 12) zum Einsatz. Dazu wurden ein oder mehrere konische Löcher in den Stein eingearbeitet, in die ein langrechteckiges Eisen gesteckt wurde. Dieses wurde dann an den Seiten mit keilförmigen Eisen verkeilt. Oben war eine Öse als Seilschleife befestigt. Beim Hochziehen zogen sich die Keile dann durch das Eigengewicht des Steins fest.

11 Mittelalterliche Steinzange, max. Größe: 2 m (Zeichnung basierend auf einer Fotografie einer Museumsschautafel [Original: Museum Maulbronn, fotografiert von Heiko Steinwand]). KI-generierte Zeichnung erstellt mit ChatGPT (Modell: GPT-5, OpenAI, 2025).



12 Wolf (Zeichnung basierend auf einer Fotografie einer Museumsschautafel [Original: Museum Maulbronn, fotografiert von Heiko Steinwand]). KI-generierte Zeichnung erstellt mit ChatGPT (Modell: GPT-5, OpenAI, 2025).

All diese Bearbeitungsspuren können selbst bei kleinen Steinfragmenten Hinweise darauf geben, an welcher Stelle der bearbeitete Stein verbaut war, aus welcher Zeit er stammt, wie groß er ungefähr war und welche Funktion er erfüllt haben könnte.

Werkzeugfunde

Viel seltener als handwerklich bearbeitete Steine findet man das dazu passende Werkzeug. Dies liegt vor allem daran, dass die wertvollen bronzenen oder eisernen Werkzeuge nur selten verloren gingen. Zudem werden gefundene Metallfragmente zuweilen nicht als Werkzeug erkannt bzw. nicht mit der Bearbeitung von Stein in Verbindung gebracht. Umgekehrt kann es passieren, dass die abgebrochene Spitze eines schmucklosen römischen Stils als Teil einer Reißnadel interpretiert wird.

Das zum Handeisen benötigte, kegelförmige oder zylindrische Schlagwerkzeug, der Knüpfel, besteht auch heute noch meist aus Holz und ist dadurch seltener erhalten geblieben. Wenn der Korpus des Knüpfels, der meist aus Buche gefertigt wurde, stark abgearbeitet war und der Schlag unwuchtig wurde, hat man ihn vom Stiel entfernt. Der widerstandsfähigere Stiel, der oft aus Esche oder Eiche bestand, wurde dann in einen neu gedrechselten Holzkörper eingesetzt. Der Einfachheit halber wurden die meisten Knüpfel vermutlich aber aus einem Stück hergestellt und, wenn man sie nicht mehr ge-

13 Stark abgearbeiteter Knüpfel aus einem Stück, der nicht wiederverwendet werden kann (Foto: Heiko Steinwand).





14

Verwendetes Werkzeug (Foto: Heiko Steinwand).

brauchen konnte, als Brennholz benutzt, weshalb man diese Art von Knüpfeln noch seltener finden wird.

Zum Abschluss eine Besonderheit

In der Steinmetzsprache bezeichnet man ein verhauenes Werkstück, das durch einen Fehler beim Bearbeiten oder bereits beim Anreißen nicht mehr verwendet werden konnte, als Bernhard. Das unbrauchbare Stück wurde rituell beerdigt und der dafür verantwortliche Steinmetz musste einen Leichentrank ausrichten. Dieser Brauch und der Name gehen angeblich auf ein Ereignis im 12. Jahrhundert zurück, als Steinmetze eine Statue des heiligen Bernhard verhauten und beerdigten. Ein Bernhard lässt sich archäologisch kaum oder gar nicht fassen. Mir ist zumindest bisher kein Nachweis eines Bernhards aus einer Ausgrabung bekannt. Sollte sich also jemals ein unfertig bearbeiteter Stein in der Nähe einer Bauhütte finden, der allein in einer Grube beerdigt liegt, könnte es sich dabei um einen Bernhard handeln.

Wenn eines Tages die Lagune von Venedig um die Insel San Servolo trockenfallen sollte, werden zukünftige Archäolog:innen dort sicher eine Anhäufung von Bernhards finden. Dort wurden die verhauenen Stücke der bis vor Kurzem ansässigen Bildhauerschule nämlich ohne viel Aufhebens in der Lagune entsorgt.

Vielen Dank geht an die Steinbildhauerei von Katja Stelljes und Peer Steppe in Bremen, deren Werkstatt ich benutzen durfte und die mir einen Oberkirchner Sandstein zur Verfügung stellten. So konnte ich die Bearbeitungsspuren im Einzelnen nacharbeiten und diesen Artikel anschaulich illustrieren (Abb. 14).

Heiko Steinwand

Grabungstechniker und Steinmetz
rundbrief@feldarchaeologie.de

Weiterführende Literatur

Peter Völkle, Werkplanung und Steinbearbeitung im Mittelalter (Ulm 2016).

Zu historischen Steinoberflächen vom Ulmer Münsterbaumeister Karl Friedrich:

Karl Friedrich, Die Steinbearbeitung in ihrer Entwicklung vom 11. bis zum 18. Jahrhundert (Augsburg 1932)

Jean Gimpel, Die Kathedralenbauer (Holm 1996).

Infos & Links

Campus Galli ist ein Freilichtprojekt bei Meßkirch im Landkreis Sigmaringen (Baden-Württemberg), das den Bau eines Klosters nach dem St. Galler Klosterplan mit frühmittelalterlichen Techniken rekonstruiert.

<https://www.campus-galli.de/> (zuletzt abgerufen am 25.10.2025)

Eine umfangreiche Sammlung von Steinmetzzeichen mit den dazugehörigen Bauwerken bieten die Datenbanken:

- www.stonemarks.org (zuletzt abgerufen am 25.10.2025)
- www.steinmetzzeichen.de (zuletzt abgerufen am 25.10.2025)

Alexandra Ziesché

Nein, es geht nicht um die Optik!

Arbeitskleidung für Frauen in der Feldarchäologie

Ob man im Feld oder in der Stadt schwitzt, nass wird oder friert, gut passende persönliche Schutzausrüstung (PSA) ist das A und O. Mindestens acht Stunden am Tag trägt man seine Kleidung während der Grabungskampagnen – oft über Wochen hinweg immer die gleiche Hose, die am Wochenende einmal gewaschen wird, bevor es Montag wieder losgeht. Dabei muss die Kleidung einiges aushalten – Schnee, Matsch, Wind und Wetter.

Es erscheint banal, einen kompletten Artikel über Arbeitskleidung für Frauen zu schreiben. Im Zuge eines Updates im Betrieb zeigte sich jedoch, dass hier dennoch Vorurteile und Probleme bestehen. Die Hälfte der Belegschaft bekommt von diesen allerdings nichts mit. Warum? Weil es sie schlicht nie betrifft. Dieser Artikel klärt über grundlegende Missverständnisse auf.

PSA – Der Arbeitgeber ist in der Pflicht

Nach dem Arbeitsschutzgesetz ist der Arbeitgeber in der Pflicht, die für den Job benötigte Arbeitsbekleidung zu stellen. In der *Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen bei der Arbeit* (PSA-Benutzungsverordnung)¹ wird dies in §2(2) spezifiziert: „Persönliche Schutzausrüstungen müssen den Beschäftigten individuell passen.“

Wie diese zur Verfügung gestellt wird, ist je nach Arbeitgeber:in unterschiedlich. Während Selbstständige oder nur kurz Beschäftigte (wie beispielsweise Studierende auf Projekten) ihre Ausrüstung meist selbst besorgen müssen, regeln kleinere Firmen das oft über ein Budget, das den jeweiligen Arbeitnehmer:innen zur Verfügung gestellt wird, um sich auszurüsten. Größere Firmen haben oft einen festen Anbieter, bei dem sie bestellen bzw. von dem sie entsprechende Kleidung auf Lager haben. Landesämter sind aufgrund ihrer meist übergeordneten Einkaufsabteilung auf Rahmenvertragspartner angewiesen. Eine individuelle Beschaffung, unabhängig von diesen, muss meist gut begründet sein und gestaltet sich für Mitarbeitende ohne direkten Kontakt zur zentralen Beschaffungsstelle und nur über Formulare schwieriger und aufwändig.

Von Normen und Größen

Eigentlich ist es offensichtlich: Es gibt physiologisch eher männliche oder eher weibliche Körper und diese sind unterschiedlich ausgeprägt.

Im Mittel haben weibliche Körper schmalere Schultern, bei kleinerer Statur einen größeren Brustumfang, eine schmalere



1 Zwei Hosen in S einmal „Normal“ (links) und einmal „für Frauen“ (rechts) man sieht direkt die deutlich kürzeren Beine. Die „normale“ Hose knieft zudem in der Hüfte (Foto Alexandra Ziesché).

Taille, breitere Hüften und eine geringere Körpergröße als Männer (Abb. 2).

Das wird auch beim Einkauf von Alltagskleidung deutlich. Schon die Ansprache der Konfektionsgrößen von Frauen unterscheidet sich von der der Männergrößen. So kann es verwirren, dass die Größe M in der Damenabteilung der Größe 38 entspricht, bei den Herren jedoch als Konfektionsgröße 48 angesprochen wird. Der Durchschnittsmann trägt Größe L (52), die Durchschnittsfrau trägt Größe M (38)². Bei der Ermittlung der äquivalenten Maße kommt man jedoch bereits ins Schleudern. Beispielweise sind alle Normalgrößen für

¹ https://www.gesetze-im-internet.de/psa-bv/B_JNR184110996.html (Abgerufen am 13.06.2025).

² <https://www.blitzrechner.de/konfektionsgroessen/> (Abgerufen am 20.06.2025).

Frauen für eine Körperhöhe zwischen 1,64 m und 1,72 m berechnet. Bei Männern ist die Körperhöhe deutlich variabler einbezogen (siehe Abb. 3).

Wenn eine Frau mit der Normkörperhöhe 164–172 cm gezwungen ist, eine Männergröße zu tragen, landet sie zwangsläufig in der Männerkollektion bei Größe S bzw. 44 (Körpergröße für Herren 166–170 cm). Diese ist aber an andere Maße von Brustumfang und Hüftumfang gebunden. Ebenso ist die Passform gerade im Brustbereich unterschiedlich. Bei Männern sind die Schultern breiter, während sich bei Frauen der Brustumfang nicht zur Seite, sondern nach vorne erweitert. Der Schnitt passt nicht. Für die Frauen ist es an den Schultern zu kastig und im Brustbereich zu eng. Die Jacken im Männerschnitt sind für Frauen im Schulterbereich deutlich zu breit und damit einhergehend die Ärmel deutlich zu lang. An der Hüfte werden die unterschiedlichen Maße für Frauen direkt spürbar, da die Hosen der Männergröße 44 sogar bis zu 18 cm schmaler sind (Maximalmaß Männer: 77 cm gegenüber Maximalmaß Frauen: 95 cm). Man sieht, dass Frauen für Oberbekleidung und Hosen auf größere Männergrößen zurückgreifen müssen. Aber dadurch wird die Kleidung sperriger. Und nicht nur das: Bei größerer männlicher Konfektionsgröße wächst auch die angenommene Körperhöhe. Die Hosen haben eine deutlich größere Schrittlänge.

Die Normfrauengröße (38/M) hat einen Hüftumfang von 96–98 cm. Müssen Frauen eine Männergröße tragen, benötigen sie Größe 54/L. Diese ist aber für die Körperhöhe 180–184 cm ausgelegt. Die Normkörperhöhe der Frau liegt jedoch bei 164–172 cm. Mit einer mindestens 12 cm zu langen Hose ist zu rechnen (Maximalmaß Frauen: 172 cm gegenüber Maximalmaß Männer: 184 cm).

Diese Beispiele zeigen, dass Frauen bei Oberbekleidung und Hosen regelmäßig auf größere, unpassende Männergrößen

zurückgreifen müssen. Dadurch kann die Arbeitskleidung sperriger werden und erfüllt die Anforderungen des oben zitierten Arbeitsschutzgesetzes möglicherweise nicht.

Da niemand Lust auf die Rechnerei, ständiges Krempeln, teures Hosenkürzen oder Ähnliches hat, liegt die Lösung eigentlich auf der Hand: Kaufen wir doch einfach Frauengrößen. Die sind schließlich passend.

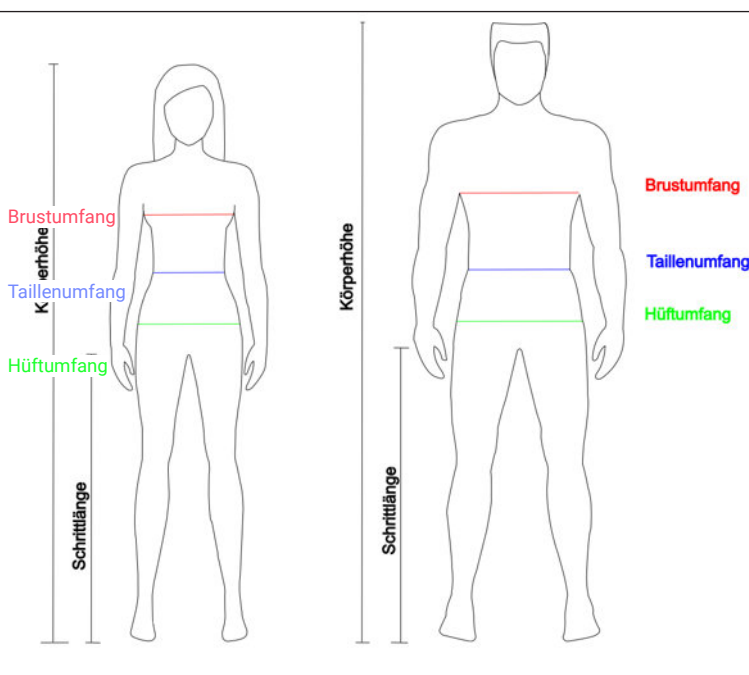
Der Mann als Norm

Beim Einkauf von Arbeitskleidung wird aber vermittelt, die Welt wäre komplett unisex. Bei einem der größeren Anbieter für Arbeitskleidung (BFL)³ findet man gar keinen Filter für Damen oder Herren. Und dies ist kein Einzelfall, sondern die Regel. Hier ist der Mann die Norm und das, ohne es explizit zu nennen. Dies verwundert nicht, da Frauen in der Baubranche in der Minderheit sind. Der Frauenanteil liegt bei gerade mal bei 14 %⁴. Dennoch sind demnach von 910.000⁵ bzw. 2,62 Millionen⁶ im Baugewerbe beschäftigten Personen immer noch 127.400 bis 262.000 Frauen, welche ausgestattet werden müssen. Das sind nicht wenige. Zudem sind die in der archäologischen Feldarbeit Beschäftigten vermutlich nicht eingerechnet. Gerade hier ist der Frauenanteil deutlich höher, er ist von 2009 bis 2014 sogar von 32,7 % auf 43 %, also innerhalb von 5 Jahren um 10 % angestiegen⁷. Der Markt ist also da! Die Anbieter ziehen jedoch nicht – oder nur sehr langsam – nach. Frauen scheinen weiterhin als Ausnahme wahrgenommen zu werden, für die man extra anfertigen müsse. Bei BP gibt es beispielsweise in Sachen Warnschutzkleidung, einmal „Warnschutz“ und einmal „Warnschutz für Damen“.⁸

Vorurteil: „Nur wegen des Aussehens?“

Obwohl die unterschiedlichen Maße offensichtlich sind, herrscht weiterhin das Vorurteil bei Arbeitskleidung für Frauen ginge es nur um die Optik und nicht um Größen und Passform. Dies fällt bereits bei der Ansprache von Anbietern auf. Engelbert Strauß ist zwar so fortschrittlich, tatsächlich bei Bekleidung direkt in Damen und Herren zu unterscheiden, doch geht auch dies nicht ohne Kommentar. Im Onlineshop landet man bei den Herrengrößen unkommentiert direkt bei der Auswahl der Kleidung. Unter dem Reiter „Damen“ erscheint dafür ein großes Banner mit dem Spruch „Workwear von ihrer schönsten Seite!“.

2 Ermittlung der Konfektionsmaße bei Mann und Frau (Grafik: Alexandra Ziesché, orientiert an blitzrechner.de).



³ https://www.bfl-versand.de/Berufsbekleidung-Arbeitsbekleidung-Schutzbekleidung/Berufskleidung-allgemein/147987_147995.html (zuletzt abgerufen am 14.06.2025).

⁴ https://www.bauindustrie.de/fileadmin/bauindustrie.de/Media/Veroeffentlichungen/240221_Frauen_am_Bau.pdf (zuletzt abgerufen am 13.12.2025).

⁵ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/5734/umfrage/beschaeftigte-im-bauhauptgewerbe-in-deutschland-seit-2003/> (zuletzt abgerufen 20.06.2025).

⁶ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/2503/umfrage/anzahl-der-erwerbstaeftigen-im-baugewerbe-seit-1992/> (zuletzt abgerufen am 20.06.2025).

⁷ [Discovering the Archaeologists of Germany 2012-14](#), S.65.

⁸ Bei BP gibt es bei der Kategorie Schutzkleidung „Warnschutz“ und „Warnschutz für Damen“ <https://www.bp-online.com/de-de/schutzkleidung/> (zuletzt abgerufen am 20.06.2025).

Weiter ausgeführt wird dies mit „in femininen Schnitten“, „sportlich, lässig, funktional und voll im Trend: Das ist Arbeitskleidung nur für SIE!“⁹. Selbst ein Artikel welcher sich mit Arbeitskleidung für Frauen bezüglich der Passform auseinandersetzt, ist betitelt mit „Wenn Stil auf Stahl trifft“¹⁰. Als ginge man davon aus, Frauenkleidung müsse nach eigenem Anspruch nur stilvoller sein.

Bei Frauenarbeitskleidung wird suggeriert, man wolle einfach nicht so klobig aussehen. Eigentlich interessant, da bei Männern die Auswahl deutlich größer ist. Bei *Engelbert Strauß* kann der Herr zwischen 209 Hosen und 117 Jacken wählen, während bei Frauen mit 62, nur ein Viertel so viele Hosen, und mit 54, nur halb so viele Jacken angeboten werden (Stand 20.06.2025).

Eine Anzeige¹¹ des Anbieters *Dassy* führt den oft wohl unbewussten Sexismus, sogar plakativ vor (siehe Link in der Fußnote). Mein Kollege und ich haben die Anzeige einmal mit getauschten Geschlechterrollen nachgestellt (Abb. 4).

Warum ist das immer noch so?

Von Sonderwunsch und Scham

Wie bei *BP* und *BFL* zuvor beschrieben, trifft man in den meisten Fällen bei Arbeitskleidung nur auf eine Auswahl an männlichen Schnitten, die aber als unisex angesprochen werden. Es wird suggeriert: Weibliche Kleidung scheint es nur aus rein stilistischen Aspekten zu geben.

Will man das ändern, stellt sich die Frage: Wer setzt sich dafür ein? Da das Anliegen nur Frauen betrifft, sind sie es, die

sich für die Umsetzung stark machen müssen. Aber Frauen, die sich für die Anschaffung von passender Arbeitskleidung einsetzen, stoßen auf die beschriebenen Vorurteile und Missverständnisse und müssen entsprechend eine gewisse Hartnäckigkeit aufbringen.

Als beim Arbeitgeber das Thema angestoßen wurde, stellte sich heraus, wie tiefgehend das Problem ist. Keine Frau trug tatsächlich die vom Betrieb zur Verfügung gestellte Arbeitskleidung, sondern selbst gekaufte. Nein – nicht wegen der Optik. Alle Frauen kannten die Probleme. Die Hose ist zu lang und an der Hüfte zu eng. Die Jacke ist an der Hüfte zu eng, an den Schultern zu kastig und die Ärmel zu lang.

Aber schon beim Bestellen von Arbeitskleidung mit Frauenschnitten ergaben sich weitere Probleme. Die Firma *Engelbert Strauß*, die für Frauen eine gute Auswahl anbietet, ist kein Rahmenvertragspartner und stand daher nicht zur Verfügung. Bei der vom Rahmenvertragspartner angebotenen Auswahl machte aber bereits die Suchmaske Probleme. Frauenkleidung zu finden, war schwierig (vgl. *BFL*). Ebenso erfüllte die angebotene PSA nicht immer ihre Funktion: Eine Winterjacke von der etablierten Marke *Planam*, mit der die Herren im Betrieb gute Erfahrungen hatten, stellte sich im Damenschnitt beispielsweise als einfache Übergangsjacke mit einem dünnen Fleece heraus. Keine wirkliche Alternative zu einer echten Winterjacke also.

Um geeignete und passende Kleidung zu finden, wurde nach einem Anbieter gesucht, bei dem anprobiert werden konnte. Dies bot die Chance, direkt etwas Passendes zu finden, ohne wiederholtes Bestellen und Zurückschicken. Allerdings ist es schwierig, einen Anbieter mit passendem Sortiment funktionaler Arbeitskleidung mit Frauenschnitten zu finden, bei dem die Kleidung auch im Geschäft vor Ort in passender Größe anprobiert werden kann.

3: Normgrößen bei Frauen und Männern von S bis XL. Die Größen, die im Durchschnitt getragen werden, sind orange eingefärbt (Tabelle: Alexandra Ziesché, orientiert an blitzrechner.de).

⁹ <https://www.strauss.com/de/de/arbeitskleidung-damen/> (zuletzt abgerufen am 27.06.2025).

¹⁰ <https://www.bauhof-online.de/d/fristads-gmbh-wenn-stil-auf-stahl-trifft-arbeitskleidung-fuer-frauen-im-handwerk/> (zuletzt abgerufen am 20.06.2025).

¹¹ https://www.bfl-versand.de/Dassy-Berufsbekleidung:_409.html (zuletzt abgerufen am 20.06.2025).

Konfektionsgröße HERREN (Normalgröße)	US-Größe / International	Körpergröße (cm)	Brustumfang (cm)	Hüftumfang (cm)
44	S	164–170	86–89	74–77
46	S	168–173	90–93	78–81
48	M	171–176	94–97	82–85
50	M	174–179	98–101	86–89
52	L	177–182	102–105	90–94
54	L	180–184	106–109	95–99
56	XL	182–186	110–113	100–104

Konfektionsgröße DAMEN (Normalgröße)	US-Größe / International	Körpergröße (cm)	Brustumfang (cm)	Hüftumfang (cm)	Taillenumfang (cm)
36	S	164–172	83–85	92–95	67–70
38	M	164–172	86–89	96–98	71–74
38/40	M	164–172	88–91	98–99	73–76
40	L	164–172	90–93	99–101	75–78
40/42	XL	164–172	92–95	101–102	77–80
42	XL	164–172	94–97	102–104	79–82



4 Nachstellung einer Werbeanzeige für Arbeitskleidung mit getauschten Geschlechterrollen (Foto: Alexandra Ziesché).

Durch die Gesamtsituation entsteht der irrige Eindruck, statt des gesetzlich zugesicherten Anspruchs auf passende Arbeitskleidung hätte man Sonderwünsche.

Der Eindruck, es sei kein legitimes Anliegen, wird noch dadurch verstärkt, dass passende Kleidung oft nur bei höherpreisigen Anbietern zu finden ist. Die geringere Auswahl an Kleidung ließ dies bereits erahnen. Das bietet weiteres Konfliktpotential mit dem Arbeitgeber und in der Belegschaft. So fühlt man sich bei mehreren Anfragen irgendwann lästig und bei Anfragen nach höherpreisiger Kleidung anmaßend. Dabei ist in der Pflicht zu stehen und erklären zu müssen, warum die Kleidung nicht passt, wirklich unangenehm.

Und so ist es vermutlich immer noch in vielen Betrieben gängig, dass aus Scham lieber auf eigene Kosten passende Kleidung gekauft wird, obwohl nach dem Gesetz der Arbeitgeber in der Pflicht ist.

Fazit

Die männliche Norm bei Arbeitskleidung passt nicht als Schnitt-Norm für Frauen. Dass unpassende PSA auch ein Sicherheitsrisiko darstellen kann, wird in einem Beitrag im Magazin der Berufsgenossenschaft ETEM dargestellt¹². Dennoch wird häufig weithin angenommen, bei Frauengrößen

¹² <https://etem.bgetem.de/6.2024/titelstories/psa-muss-passen> (zuletzt abgerufen am 20.06.2025).

ginge es rein um die Optik und nicht um die Passform. Es sollte offen über unpassende PSA gesprochen werden. Wer im eigenen Betrieb solche Diskrepanzen feststellt, nimmt diesen Artikel vielleicht als Anlass, einmal grundsätzlich über die Auswahl der zur Verfügung gestellten PSA zu sprechen. Am besten, ohne dass die anatomischen Grundlagen erläutert werden müssen. Es lohnt sich, sich dafür einzusetzen. Die Beschaffung passender PSA auch für die weibliche Belegschaft erfordert für eine Institution oder Firma einmal einen zeitlichen Aufwand, bietet aber nicht nur für die jetzigen, sondern auch für die nachfolgenden Mitarbeiterinnen eine bessere Sicherheit. PSA trägt man schließlich täglich und über Jahre hinweg. Ohne falsche Scham. Es geht ums Passen!

Kleiner Joke:

Beim Recherchieren und Vergleichen der Standardkonfektionsgrößen unterscheidet *Engelbert Strauß* bei Arbeitshosen für Frauen zwischen den Größen „normal“, „kurz“ und „lang“. Bei den Männern zwischen „regulär“, „untersetzt“ und „schlank“. Bei Blitzrechner.de gab es für Frauen die Größen: „Damen Kurz“ und „Damen Lang“. Bei Herren gab es im Detail: „Langgröße Schlank“, „Kurzgröße Untersetzt“ und „Herrengroße Bauch“.

Da klappt die Individualisierung offensichtlich schon besser.

Kurze Danksagung

Ein kurzer Dank an alle Frauen, die mir versichert haben, dass sie sich diesen Artikel wünschen. Ebenso an meinen Kollegen Patrick Koslowski, der sich mit Engagement hinter das Anliegen, Arbeitskleidung in Damengrößen für den Betrieb zu organisieren, geklemmt hat. Ein besonderer Dank geht an meinen Kollegen Sebastian Geicht, der sich für die plakative Bebilderung zur Verfügung gestellt hat, um das Anliegen zu unterstützen. Und ein nicht ganz ernst gemeinter Dank an jeden dummen Spruch, der mich sowohl irritiert als auch motiviert hat.

Alexandra Ziesché
Grabungstechnikerin
aziesche@gmx.de

Viele weitere nützliche Informationen und Links zur Persönlichen Schutzausrüstung (PSA) findet Ihr hier:

Jürgen Tzschoppe-Komaiinda, Persönliche Schutzausrüstung (PSA): Wer muss eigentlich die Persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung stellen und bezahlen? Und worin liegt dies begründet? In: Rundbrief Grabungstechnik, Ausgabe 25 (2024), S.18-19, <https://doi.org/10.11588/rbgt.2024.9.109271>.

„Return to Work“

Das Betriebliche Eingliederungsmanagement (BEM) – Wiedereinstieg in das Berufsleben nach längerer Arbeitsunfähigkeit

Beim Wiedereinstieg in das Berufsleben nach längerer Arbeitsunfähigkeit, findet man Unterstützung durch das gesetzlich vorgeschriebene sogenannte Betriebliche Eingliederungsmanagement (BEM) des Arbeitgebers¹. Das Verfahren ist dann durchzuführen, wenn Beschäftigte durchgehend oder mit Unterbrechungen länger als sechs Wochen arbeitsunfähig sind. Die Teilnahme am BEM ist für Beschäftigte freiwillig.

Laut aktuellem AOK-Gesundheitsreport 2025 steuert die Anzahl der Arbeitsunfähigkeitstage (AU-Tage) auch in diesem Jahr auf einen neuen Rekord zu. Hauptursache für die „Krankschreibungen“ sind nach wie vor Erkrankungen der Atemwege und Muskel-Skelett-Erkrankungen². In den letzten zehn Jahren hat zudem die Anzahl an AU-Tagen wegen psychischer Erkrankungen um knapp 47 % zugenommen (Stand August 2024). Dies ist vor allem deshalb von Bedeutung, weil psychische Erkrankungen mit besonders langen Ausfallzeiten einhergehen³.

Welche Zielsetzungen hat ein BEM?

Das Betriebliche Eingliederungsmanagement verfolgt das Ziel, gesundheitlich bedingten Gefährdungen des Arbeitsverhältnisses vorzubeugen und die bestehende Beschäftigung langfristig zu sichern. Hierfür soll durch gemeinsam mit den Betroffenen erarbeitete Maßnahmen die bestehende Arbeitsunfähigkeit überwunden und zugleich präventiv einer erneuten Arbeitsunfähigkeit vorgebeugt werden. Auf diese Weise leistet das BEM nicht nur einen Beitrag zur Stabilisierung des bestehenden Arbeitsverhältnisses, sondern auch zur nachhaltigen Förderung der Gesundheit und Arbeitsfähigkeit der Beschäftigten.

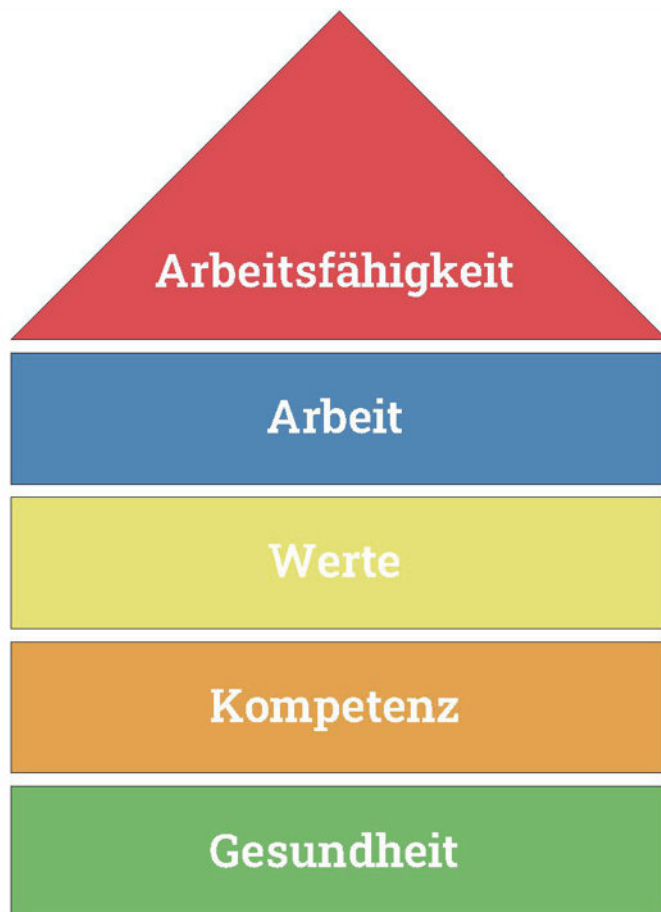
Wer ist am BEM beteiligt?

Dieser Klärungs- beziehungsweise Suchprozess nach individuellen Lösungen kann durch die unterschiedlichsten Akteure unterstützt werden. Als „Herr“ oder „Herrin“ des Verfahrens obliegt es jedoch den BEM-berechtigten Personen, welche Beteiligten in das Verfahren einbezogen werden und welche nicht.

¹ § 167 Abs. 2 SGB IX (zuletzt abgerufen am 29.09.2025).

² AOK-Gesundheitsreport 2025 (zuletzt abgerufen am 29.09.2025).

³ AOK-Fehlzeitenreport 2024 (zuletzt abgerufen am 29.09.2025).



1 „Haus der Arbeitsfähigkeit“ (Quelle: [DiBGM](#); Bearbeitung S. Döbel).

Beteiligte am BEM-Verfahren können sein:

- Die betriebliche Interessenvertretung, also Betriebs- oder Personalrat.
- Bei Vorliegen einer „Gleichstellung“ oder Schwerbehinderung: die Schwerbehindertenvertretung.
- Grundsätzlich haben die berechtigten Personen auch das Recht, eine „Vertrauensperson“ ihrer Wahl hinzuzuziehen.
- Vertreter der Deutschen Rentenversicherung, beispielsweise bei Fragen zur medizinischen Rehabilitation oder wenn es um Leistungen zur Teilhabe am Arbeitsleben geht.
- Bei schwerbehinderten oder „gleichgestellten“ Menschen kann das Integrationsamt den Prozess aktiv unterstützen.
- Arbeitsmediziner:innen.
- Fachkraft für Arbeitssicherheit.

Wie die genannten Akteure beteiligt sind, hängt davon ab, welche individuellen Sachverhalte vorliegen und welche Herausforderungen und Interventionen sich daraus ergeben.

Welche Fragen können sich ergeben?

- Gibt es Funktionseinschränkungen? Wenn ja welche?
- Gibt es einen Zusammenhang zwischen den Funktionseinschränkungen und dem Arbeitsplatz?
- Wie ist die Belastungssituation am Arbeitsplatz?
- Gibt es im privaten Umfeld besondere Belastungssituationen?
- Wo liegen die Stärken und Ressourcen der BEM-berechtigten Person?
- Welche Ziele und Vorstellungen hat die BEM-berechtigte Person?

- Wie kann der Arbeitsplatz ausgestattet, beziehungsweise umgestaltet werden?
- Besteht die Möglichkeit eines Arbeitsplatzwechsels?

Hier ein typisches Beispiel aus einem BEM-Verfahren:

Nach einer Bandscheiben-Operation muss der Arbeitsplatz ergonomisch umgestaltet werden.

An der Umsetzung sind folgende Akteure beteiligt:

Der Arbeitsmediziner, der ein individuelles Fähigkeitsprofil erstellt und die Fachkraft für Arbeitssicherheit, die für dessen Umsetzung zuständig ist. In einem Fähigkeitsprofil werden die grundsätzlichen Anforderungen eines Arbeitsplatzes im Verhältnis zu der individuellen Belastungsfähigkeit des oder der BEM-Berechtigten analysiert. Daraus werden entsprechende Maßnahmen abgeleitet, um die Ziele des BEM zu erreichen.

Phasen eines BEM-Verfahrens

Die Durchführung des Betrieblichen Eingliederungsmanagements ist ein prozessorientierter Ansatz, der sich in mehrere Schritte unterteilt. Der Prozess startet mit der Prüfung, ob eine beschäftigte Person innerhalb der letzten 12 Monate länger als sechs Wochen arbeitsunfähig war.

Trifft dies zu, dann nimmt der Arbeitgeber oder die Arbeitgeberin in einem zweiten Schritt mit der BEM-berechtigten Person Kontakt auf, um ein erstes Informationsgespräch zu führen. In diesem Gespräch werden die Ziele, der Ablauf und die möglichen Beteiligten im BEM-Verfahren erläutert. Außerdem wird der oder die Beschäftigte über den Datenschutz und die Freiwilligkeit des Verfahrens informiert.

Wird dem Verfahren zugestimmt, ist zum einen eine schriftliche Einverständniserklärung zu unterzeichnen und zum anderen eine Erklärung, dass Daten im Rahmen des BEM erhoben und verarbeitet werden dürfen. Im BEM werden keine medizinischen Diagnosen genannt, sondern es geht ausschließlich um Fähigkeitsstörungen.

Im weiteren BEM-Verfahren geht es jetzt um die Analyse. Das bedeutet, dass in einer Fallbesprechung mögliche Ursachen und Folgen der Arbeitsunfähigkeit, die Arbeitsplatzsituation und die persönlichen Bedürfnisse des oder der BEM-Berechtigten besprochen werden. Gemeinsam werden dann Maßnahmen zur Wiedereingliederung oder zur Verbesserung der Arbeitsplatzbedingungen erarbeitet. Dazu werden entsprechende BEM-Ziele, gemeinsam mit der BEM-berechtigten Person festgelegt.

Für die im konkreten Fall sinnvollen Maßnahmen muss ein geeigneter Zeitplan erarbeitet werden.

Abschluss des BEM-Verfahrens

Sind die vereinbarten Maßnahmen erfolgreich umgesetzt und die Ziele erreicht, kann das BEM-Verfahren abgeschlossen werden. Tritt nach dem Abschluss erneut eine Arbeitsunfähigkeit von mehr als sechs Wochen innerhalb eines Jahres auf, ist ein neues BEM-Verfahren einzuleiten.

Mögliche Ziele im BEM:

- Eine medizinische Rehabilitationsmaßnahme.
- Die Anpassung des Arbeitsplatzes an die aktuellen gesundheitlichen Rahmenbedingungen (ergonomisch, technisch oder auch organisatorisch).
- Eine stufenweise Wiedereingliederung, das „Hamburger Modell“.
- Innerbetriebliche Umbesetzung.
- Beschaffung und/oder der Einsatz von Hilfsmitteln.
- Anpassung der Arbeitszeiten.

Möglichkeiten der Umsetzung des BEM-Verfahrens

In § 167 Abs. 2 SGB IX sowie in der Rechtsprechung, unter anderem des Bundesarbeitsgerichts, sind die Rahmenbedingungen des Betrieblichen Eingliederungsmanagements festgelegt und konkretisiert.

Dazu gehören etwa die Fragen, wer das BEM-Verfahren einleitet, welche Informations- und Aufklärungspflichten bestehen oder wie der Datenschutz zu gewährleisten ist. Darüber hinaus finden sich allgemeine Hinweise zur möglichen Gliederung des BEM.

Das BEM ist ein ganzheitliches Verfahren: Es bezieht sich nicht nur auf Probleme am Arbeitsplatz, sondern berücksichtigt das gesamte Lebensumfeld der betroffenen Personen. Für den Ablauf selbst gibt es keine festen Vorgaben. Dennoch lassen sich die gesetzlichen Anforderungen ohne systematische Prozesse und klar definierte Vorgehensweisen im Unternehmen kaum zufriedenstellend umsetzen. Eine Möglichkeit, ein BEM strukturiert und praxisnah zu gestalten, bietet das sogenannte Arbeitsfähigkeitscoaching.

Das „Haus der Arbeitsfähigkeit“

Das Arbeitsfähigkeitscoaching wurde als eine wirksame und nachhaltige Handlungshilfe speziell für das BEM entwickelt. Es beruht auf dem finnischen Arbeitsfähigkeitskonzept, dem "Haus der Arbeitsfähigkeit" (Abb. 1). Dieses Konzept richtet den Blick auf die wesentlichen Faktoren, um Arbeitsfähigkeit wiederherzustellen, zu erhalten und zu fördern.

Die grundsätzliche Intention dieses Modells beruht darauf, die bestehenden Arbeitsanforderungen mit der individuellen Leistungsfähigkeit der BEM-berechtigten Personen in Einklang zu bringen. Das „Haus der Arbeitsfähigkeit“ hat insgesamt vier Stockwerke⁴:

Das erste Stockwerk: Gesundheit

In diesem Stockwerk geht es um die gesundheitlichen Belange der BEM-berechtigten Personen. Gemeint sind mögliche gesundheitliche Einschränkungen aber auch vorhandene Ressourcen. Die grundsätzlichen Fragestellungen sind: Wie wirken sich Veränderungen der physischen, psychischen und sozialen Gesundheit auf die Arbeitsfähigkeit aus?

Das zweite Stockwerk: Kompetenz

Das zweite Stockwerk beinhaltet die Qualifikationen, das Wissen, die bisherigen Erfahrungen, die Fähigkeiten und

⁴[Arbeitsfaehigkeit.org](https://www.arbeitsfaehigkeit.org) (zuletzt abgerufen am 29.09.2025).

Fertigkeiten einer Person. Gemeint sind fachliche, methodische und soziale Kompetenzen, die das berufliche Handeln prägen. In einer sich fortlaufend verändernden Arbeitswelt ist lebenslanges Lernen eine notwendige Voraussetzung, um dauerhaft leistungsfähig zu bleiben. Die Missachtung von Kompetenzdefiziten kann langfristig zu Beeinträchtigungen des individuellen Potenzials und im ungünstigsten Fall bis hin zu Erkrankungen führen.

Das dritte Stockwerk: Werte

Das dritte Stockwerk umfasst persönliche Werte, Einstellungen und Motivation. Dazu gehören grundlegende Fragen wie: Fühle ich mich gerecht behandelt und wertgeschätzt? Gibt es möglicherweise unterschwellige und offene Konflikte? Macht mir die Arbeit Spaß? Hier zeigt sich, welchen Einfluss Wertschätzung und Motivation auf die Arbeitsfähigkeit haben.

Das vierte Stockwerk: Arbeit

Dieses Stockwerk beinhaltet die konkreten Arbeitsbedingungen und die Qualität der Führung. Darunter fallen sämtliche körperlichen, psychischen und sozialen Arbeitsanforderungen, die im Arbeitsalltag auftreten (z. B. Arbeitsinhalte, Umgebungsbedingungen, wie beispielsweise Lärm, Staub, Betriebsklima u. a.). In dieses Stockwerk fällt auch die Frage nach der Bereitstellung eines ergonomisch Arbeitsplatzes oder eines Hilfsmittels, das notwendig wird, um die Arbeits-

beziehungsweise Beschäftigungsfähigkeit wieder wiederherzustellen. Ebenso wird hier betrachtet, welche Verantwortung Führungskräfte für eine gesundheitsorientierte, transparente und gut strukturierte Arbeitsgestaltung tragen und wie stark ihre Entscheidungen den Arbeitsalltag und die Belastungen der Beschäftigten beeinflussen.

Unabhängig davon, wie das BEM durchgeführt wird, ob mit Arbeitsfähigkeitscoaching oder einer anderen Struktur, es geht immer um zwei zentrale Fragestellungen:

- Was kann die BEM-berechtigte Person selbst tun?
- Was muss das Unternehmen tun, ggf. unter Einbeziehung der Führungskräfte, um die Ziele des BEM zu erreichen?

Ein sorgfältig gestaltetes BEM trägt entscheidend dazu bei, Gesundheit, Teilhabe und langfristige Beschäftigungsfähigkeit im Arbeitsleben nachhaltig zu sichern.

Klaus Berg

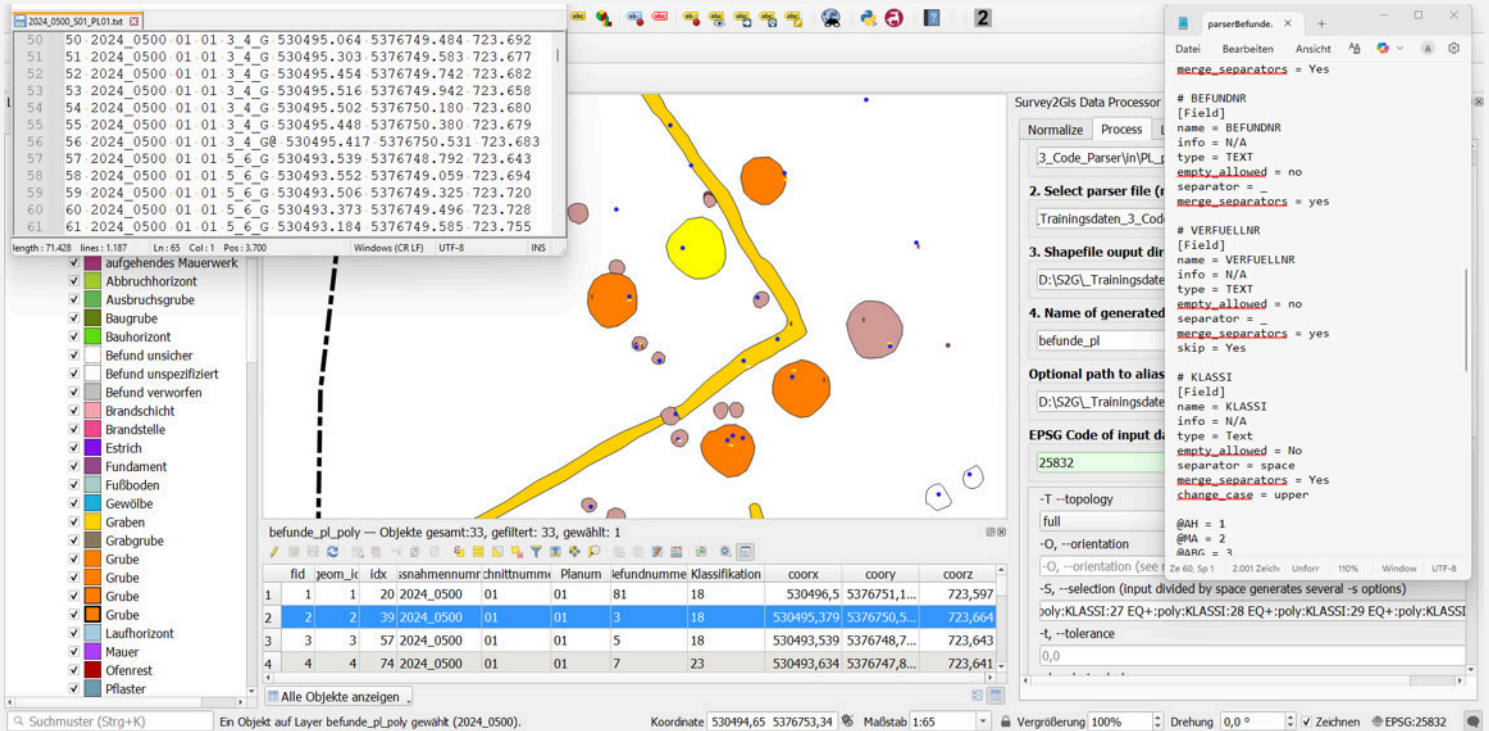
Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz
Direktion Landesarchäologie Außenstelle Mainz
NLP-KlausBerg@web.de

Weitere Informationen rund um das Thema BEM gibt es auf der Seite des Instituts für Arbeitsfähigkeit in Mainz, das eine Vielzahl praxisorientierter Materialien, Hintergrundwissen und aktuelle Hinweise zur Weiterentwicklung betrieblicher Eingliederungsprozesse bereitstellt:

www.arbeitsfaehig.com/de

Und ebenfalls auf dem Portal BEMpsy, das übersichtlich aufbereitete und gut strukturierte BEM-Infos bereitstellt und dabei auch insbesondere psychische Beeinträchtigungen berücksichtigt:

www.bempsy.de



1

Messdatenverarbeitung mit Survey2GIS in QGIS (Grafik: Steffen Berger).

Steffen Berger, Jonas Abele, Claus Brenner

Messdatenverarbeitung mit Survey2GIS

Rückblick und aktuelle Entwicklungen

Im Zuge der Erstellung archäologischer Primärdokumentationen – sei es im Rahmen von Ausgrabungen, Sondagen, Baubeobachtungen oder ähnlichen Maßnahmen – entsteht die Notwendigkeit, erhobene Messdaten effizient, konsistent und mit klar definierten Attributstrukturen in valide Geometriedaten zu überführen. Mit dem Programm Survey2GIS steht hierfür eine Softwareanwendung zur Verfügung, die die wesentlichen Schritte dieser Verarbeitungskette teilautomatisiert abbildet und damit eine direkte Verbindung zwischen Messdatenerfassung und GIS-basierter Dokumentation ermöglicht.

Survey2GIS wurde seit 2012 durch das Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg (LAD-BW) unter der Leitung von David Bibby in Zusammenarbeit mit Benjamin Ducke als FOSS-Tool entwickelt (Bibby 2021, Bibby – Ducke 2017). Ziel war es, im Zuge der Umstellung von CAD-basierten Dokumentationsworkflows auf GIS-zentrierte Arbeitsabläufe eine wesentliche Lücke zu schließen: die Überführung attributierter Messdaten in topologisch valide Geometrien mit einem flexibel und frei definierbaren Datenmodell in den Ausgabedateien. In der Version 1.5.3 von Survey2GIS sind die Exportformate Shapefile, GeoJSON, KML und DXF implementiert¹. Die funktionalen Basiskomponenten von Survey2GIS sind seit Version 1.5.2 vollständig ausgereift und durch eine umfassende Dokumentation in Deutsch und Englisch ergänzt (Bibby 2021).

¹<https://s2g-docs.survey-tools.org/output-formats.html> (zuletzt abgerufen am 05.11.2025).

Zum Einstieg in das Thema ein Einschub der Redaktion:

Mit Survey2gis können Tachymeter- oder GNSS-Messdaten teilautomatisiert in GIS-Geodaten überführt werden.

Zunächst muss das System auf die eigenen Anforderungen angepasst werden. Dafür gibt es nun zwei neue Tools: Der Parser-Generator hilft bei der Erstellung der Parser-Datei, in der das Codierungsschema und die Struktur der Ausgabedaten definiert werden. In der QGIS-Erweiterung Survey2GIS DataProcessor werden die gewünschten Verarbeitungsschritte für eine teilautomatisierte Umwandlung in valide Geodaten festgelegt.

Ist beides angepasst, steht ein für die eigene Datenstruktur optimiertes Werkzeug zur Prozessierung der Messdaten bereit. Das Ergebnis kann ein GeoPackage sein, das alle verarbeiteten Daten enthält – gegliedert nach Parser-Schema (z. B. in Grenzen, Befunde, Verfüllungen, Funde) und Geometrietyp (Punkt, Linie, Polygon), mit den gewünschten Attributen und vordefinierten Layerstilen.

Fazit:

Der Weg durchs Nadelöhr der Definition von Parser und Prozessierungsroutinen ist nun deutlich erleichtert und belohnt mit einem effizienten Workflow von der Messung bis zur fertigen GIS-Geodatenstruktur.

Im Rahmen von NFDI4Objects² wird Survey2GIS als sogenannter Dienst³ in der Sektion Task Area 1 – ‚Documentation‘ durch das LAD-BW weiterentwickelt und auch hier (neben anderen Forschungswerkzeugen, Tools und Datenbanken) frei zur Verfügung gestellt⁴. Ziel der Fortentwicklung von Survey2GIS ist die weitere Automatisierung von Prozessen, die Förderung (Q)GIS-zentrierter Workflows sowie die Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit. Zu diesem Zweck wurde das QGIS-Plugin „Survey2GIS Data Processor“⁵ entwickelt, das einen Zugriff auf Survey2GIS aus QGIS heraus ermöglicht, wobei die Plugin-Struktur einen speziellen Fokus auf die Prozessautomatisierung legt.

Eine zentrale Komponente für die Messdatenverarbeitung mit Survey2GIS bilden die Parser-Dateien, mit deren Hilfe die grundlegende Konfiguration der Ausgabe attributierter Geodaten in äußerst flexibler Weise gesteuert wird. Die hohe Flexibilität hinsichtlich der Struktur der zu erzeugenden Geodaten, setzt jedoch ein fundiertes Verständnis der Funktionsweise von Survey2GIS voraus und geht mit einer entsprechend steilen Lernkurve einher. Um Anwender:innen hierbei zu unterstützen und zugleich eine verbesserte Qualitäts- und Fehlerkontrolle bei der Erstellung von Parsern zu gewährleisten, wurde der sogenannte Parser-Generator entwickelt. Sowohl das QGIS-Plugin wie auch der Parser-Generator sollen im Folgenden praxisnah vorgestellt werden.

Workflow im Survey2GIS DataProcessor

Mittels des QGIS-Plugins werden mehrere kodierte Messdateien zusammengeführt, bereinigt und mit zusätzlichen Informationen angereichert (Reiter „Normalize“, Abb. 2).

²<https://www.nfdi4objects.net/about/community/> (zuletzt abgerufen am 05.11.2025).

³<https://www.nfdi4objects.net/portal/services/> (zuletzt abgerufen am 05.11.2025).

⁴Für die Unterstützung bei der konzeptionellen Arbeit sowie der Umsetzung und Programmierung sei der Firma CS GIS GbR, namentlich vor allem Toni Schönbuchner, für die vertrauensvolle und gute Zusammenarbeit gedankt.

⁵https://plugins.qgis.org/plugins/s2g_data_processor (zuletzt abgerufen am 05.11.2025).

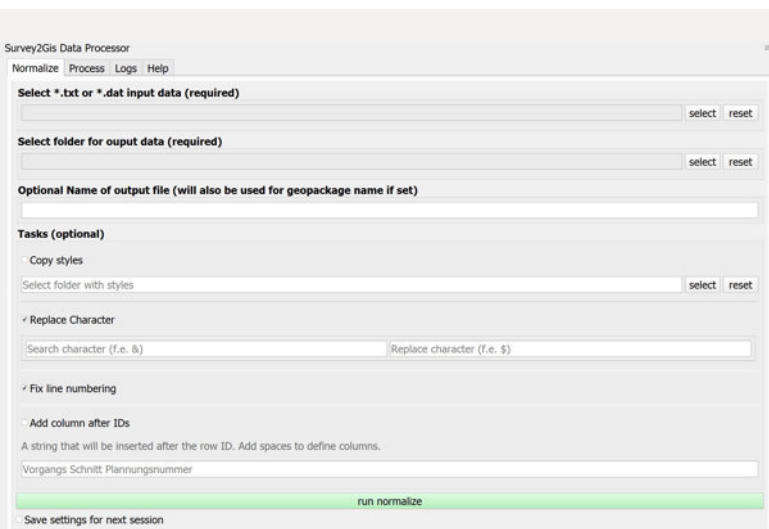
Anschließend werden auf Grundlage dieser normalisierten Messdatei über die Prozessierung (Reiter „Processing“, Abb. 3) die Geometriedaten erzeugt⁶. Durch die Zusammenführung verschiedener Befehle innerhalb des „Commands“-Ausführungsfensters im Reiter „Process“ ist es möglich, Verkettungen zu bilden und damit Prozesse zu automatisieren. So können anhand einer einzelnen, normalisierten Messdatei verschiedene Geofachdaten wie Befundpolygone, Fundmessungen und Profilmessungen in einem Berechnungsdurchlauf erzeugt werden. Im Folgenden wird der gesamte Workflow des Plugins anhand einer Schritt-für-Schritt-Anleitung praxisnah dargestellt.

Vorbereitung: Definition der Messcodes und des Parsers⁷

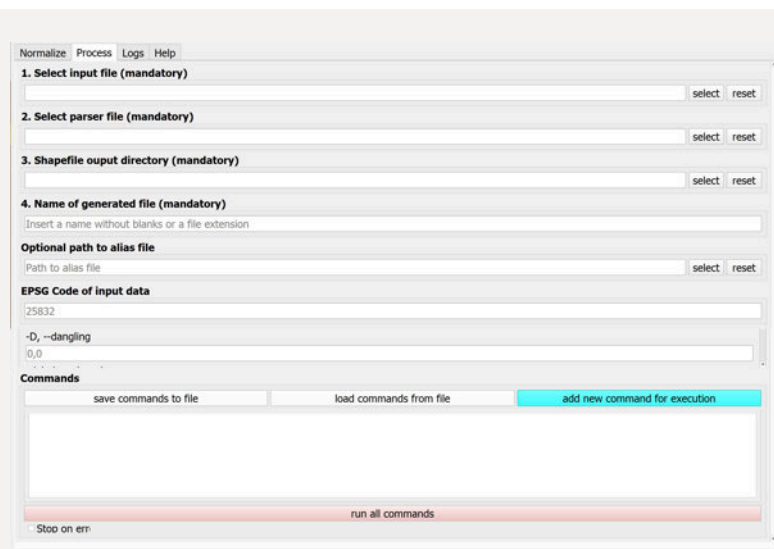
Vor der Vermessungsdokumentation und vor dem Einsatz von Survey2GIS als QGIS-Plugin, muss die Festlegung der standardmäßig und einheitlich zu verwendeten Messcodes erfolgen, wobei idealerweise bereits von Beginn an auch die dazu passenden Parser konzipiert und erstellt wurden. Die Parser ermöglichen es beispielsweise, die Messdaten nach bestimmten Ausdrücken zu durchsuchen und somit Messblöcke nach verschiedenen Entitäten und Geometrietypen zu separieren. Außerdem können das Datenmodell und die entsprechenden Feldtypen, die in der Attributtabelle im GIS erzeugt werden, passend zu den Kodierungen in der Messdatei direkt mittels des Parsers definiert werden. Erst durch das Zusammenspiel einer einheitlich festgelegten Codierung im Messcode und dem dazu passenden Parser ist das Plugin mit Hilfe von Survey2GIS in der Lage, eine korrekte Geometrierzeugung durchzuführen.

⁶In Version 0.2.3 des Plugins wird dabei ein GeoPackage als Ausgabeformat angelegt (weitere Ausgabeformate sind geplant).

⁷Die Syntax und der Aufbau der Survey2GIS-Parserdateien werden im deutschen Handbuch ab Seite 25 ausführlich beschrieben und sollen hier nicht erneut dargelegt werden. Eine Hilfestellung bei der Erzeugung bietet der kürzlich entwickelte ParserGenerator (s. u.).



2 GUI des QGIS-Plugins ‚Survey2GIS DataProcessor‘. Reiter „Normalize“ (Grafik: Jonas Abele).



3 GUI des QGIS-Plugins ‚Survey2GIS DataProcessor‘. Reiter „Process“ (Grafik: Jonas Abele).

Der Messcode muss unmittelbar einer Messung innerhalb des Messgeräts zugeordnet werden und im Ausgabeformat (z. B. .txt oder .dat) in einer Spalte stehen.

An dieser Stelle soll beispielhaft ein zweistelliger Messcode besprochen werden⁸: 1_G. Dieser im LAD-BW verwendete Code erfasst für die Messung einer Befundgrenze folgende Informationen: „Befundnummer_Klassifikation“, wobei 1 die Befundnummer und G die Klassifikation „Grube“ bezeichnet.

In der archäologischen Praxis werden Messdaten in der Regel tageweise oder zusätzlich schnittweise erfasst, sodass am Ende eine größere Anzahl von Messdateien vorliegt, die zwar logisch zusammengehören, aus Gründen der Übersichtlichkeit aber zumeist in verschiedenen Dateien gespeichert werden. Um diese Dateien effizient zu verarbeiten, erfolgt vor der eigentlichen Prozessierung eine Normalisierung und Zusammenfassung in einer einzigen Datei. Dies ist zwar nicht zwingend erforderlich, ermöglicht aber, dass alle zu einem bestimmten Schnitt oder Planum gehörenden Daten in ein einzelnes GeoPackage (bzw. Shapefile, nach Geometrie getrennt) ausgegeben werden können.

Schritt „Normalize“ – Vereinheitlichung der Messdaten

Im Reiter „Normalize“ werden zunächst die zusammengehörigen Messdateien (Formate .dat oder .txt) eingelesen. Über die Schaltfläche „Select“ gelangt man zur Dateiauswahl, wobei mehrere Dateien gleichzeitig markiert und geöffnet werden können (Abb. 2). Anschließend wird über einen weiteren „Select“-Button der Speicherort der normalisierten Ausgabe-Messdatei angegeben. Optional kann im darunterliegenden Feld der Name der bereinigten Messdatei festgelegt werden. Wird im Anschluss direkt die Geodatenerzeugung (Reiter „Process“) gestartet, wird dieser Name automatisch als Name des resultierenden GeoPackages verwendet. Weitere optionale Ergänzungen vor der Normalisierung sind:

- Angabe eines Ordners mit QGIS-Stil-Dateien (.qml), die an die Struktur der erzeugten Geometriedaten (Spalten, Spaltennamen, Werte usw.) angepasst sind. Diese werden in den Ausgabeordner des GeoPackages kopiert und können den Layern in QGIS als Stilinformation hinzugefügt werden.
- Das Ersetzen bestimmter Zeichen innerhalb der Messdatei im Sinne von „Suchen und Ersetzen“. Der Hintergrund ist, dass hardwareseitig nicht immer alle Zeichen vergeben werden können, die ggf. benötigt werden.
- Vergabe einer neuen, fortlaufenden ID: Da die Tachymeter-Indizes bei jeder neuen Datei wieder bei 1 beginnen, wird so sichergestellt, dass die Indexierung über mehrere Dateien hinweg fortlaufend ist und nicht wiederholt wird. Dies ist wichtig für die Datenintegrität.
- Hinzufügen zusätzlicher, statischer Informationen, die später als Attributfelder in den Geodaten erscheinen (z. B. Maßnahmennummer, Schnittnummer, Planums-

nummer). Die einzelnen Attributfelder müssen mit Leerzeichen getrennt werden – auch das letzte Attribut muss mit einem Leerzeichen abgeschlossen werden.

Sind alle Angaben erfolgt, wird mit „Run Normalize“ der Prozess gestartet. Die Bestätigung über den erfolgreichen Abschluss erfolgt über einen Pop-up-Balken innerhalb von QGIS, im Protokoll „Meldungen“, sowie im Reiter „Logs“ des Survey2GIS Data Processors.

Der Aufbau der nun erzeugten Messdatei (.txt) besitzt ein standardisiertes Format und bildet den ersten wichtigen Schritt zur Erstellung attributierter Geodaten, da der folgende Parser-Schritt exakt auf diese strukturierte Dateiform angewiesen ist.

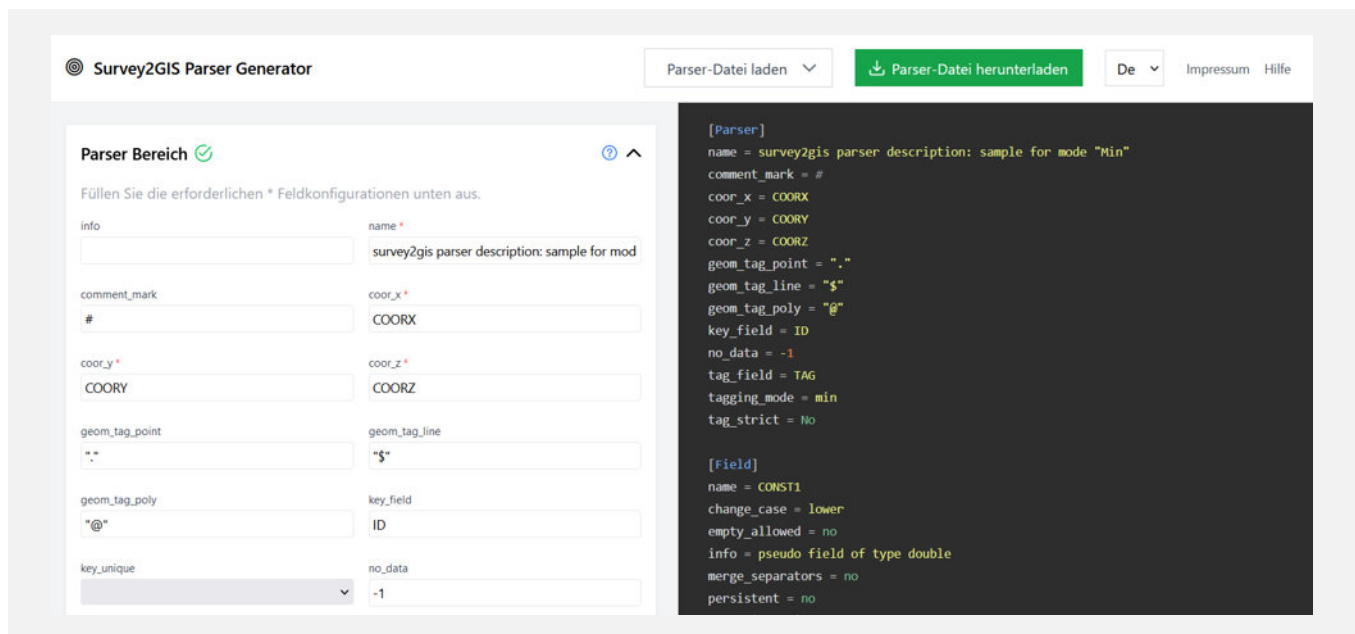
Schritt „Process“ – Anwendung des Parsers

Prinzipiell dient dieser Tab dazu (Abb. 3), mittels vordefinierter Felder Survey2GIS-Kommandozeilenbefehle für die verschiedenen zu erzeugenden Geometriedaten (z. B. Fundpunkte, Befund-Multipolygone usw.) zusammenzustellen und dem Textfeld „Commands“ hinzuzufügen. Da sich im „Commands“-Feld mehrere Aufrufe der Survey2GIS-Verarbeitung eintragen lassen, können somit in einem Durchlauf sämtliche in der Messdatei abgebildeten Geometrie-Entitäten und deren Attribute erstellt werden.

Als erstes muss die zuvor erzeugte normalisierte Messdatei per „Select“ angegeben werden. Danach folgt die Auswahl einer Parserdatei (ebenfalls über „Select“), z. B. ein Parser für die Befunde. Anschließend wird der Speicherort für die Ausgabe – also das aus Messdatei und Parser abgeleitete GeoPackage – festgelegt. Hier empfiehlt sich ein aussagekräftiger Name, z. B. befunde_pl für Befunde im Planum. Leerzeichen sind in der momentanen Plugin-Version nicht erlaubt; der Name muss aus einer durchgehenden Zeichenkombination bestehen. Optional kann eine Alias-Datei angegeben werden, die mögliche Abkürzungen für Spaltennamen auflöst, die in der Parserdatei verwendet werden. Es handelt sich hierbei um eine einfache Textdatei mit drei Spalten (ohne Header): ursprünglicher Name = neuer Name, also beispielsweise BEFUNDNR = Befundnummer. In diesem Beispiel wird beim ausgegebenen GeoPackage anstelle des im Parser definierten Spaltennamens „BEFUNDNR“ die in der Alias-Datei zugewiesene Bezeichnung verwendet. Neben der Auflösung von Abkürzungen für Feldnamen innerhalb des Parsers umgeht die Alias-Datei zudem eine Shapefile-typische Begrenzung der Spaltennamenlänge, die in Survey2GIS fest implementiert ist: Spaltennamen können programmseitig nicht mit einer größeren Länge als zehn Zeichen angelegt werden. Somit können bei der Erstellung eines GeoPackages nur mittels einer Alias-Datei längere Spaltennamen erzeugt werden. Darüber hinaus kann der EPSG-Code der verwendeten Projektion hinterlegt werden, damit die Koordinaten korrekt zugeordnet werden.

Es folgt ein mittels Balken scrollbarer Bereich, der die wichtigsten Funktionsaufrufe für Survey2GIS enthält. Diese können hier ausgewählt und mit entsprechenden Argumenten ausgefüllt werden. Die im Interface implementierten Funktionsaufrufe werden im Reiter „Help“ näher erläutert. Hier soll näher auf zwei Funktionen eingegangen werden, die obligatorisch sind, sofern

⁸Die Kodierung innerhalb der Messdatei kann flexibel gestaltet werden; Einschränkungen ergeben sich vor allem aus der maximalen Zeichenanzahl, die am Tachymeter eingegeben werden kann. Längere Kodierungen bedeuten mehr Tipparbeit, daher sollten die Attributierungen möglichst kurz sein. Aufbau und Trennzeichen der Kodierung sind frei definierbar, müssen aber im Parser festgelegt werden.



4 Startansicht der Web-Oberfläche des Parser-Generators.
(Grafik: Jonas Abele).

mehrere Geometrie-Entitäten erzeugt werden sollen: Topologische Bereinigung (-T, --topology=) und Datenselektion (-S, --selection=).

Die topologische Bereinigung dient der Sicherstellung geometrischer Konsistenz, insbesondere um Überlappungen, Lücken oder doppelte Linien zu vermeiden. Mit der Option --topology= kann zwischen drei Stufen gewählt werden:

- none: Deaktiviert alle aufwändigen topologischen Bereinigungen, führt aber grundlegende Prüfungen (z. B. auf doppelte Punkte, Multipart-Geometrien oder Selbstüberschneidungen) durch, um eine Mindestdatenqualität zu gewährleisten.
- basic: Ergänzt Bereinigungsschritte, die sich auf Snapping an gemeinsamen Polygonbegrenzungen, interne Grenzen und Schnittpunkte beziehen. Die Form der Geometrien wird dabei kaum verändert.
- full: Führt zusätzliche Operationen aus, die deutlichen Einfluss auf die Form der Geometrien haben können, etwa das Entfernen von Polygonüberlappungen oder das Korrigieren hängender Linien („dangling lines“).

Diese drei Stufen bieten damit eine flexible Kontrolle über das Maß der automatischen geometrischen Anpassung und topologischen Bereinigungen (siehe deutsches Handbuch, S. 62–75).

Mit dem Befehl -S bzw. --selection= können bestimmte Messungen oder Messreihen (z. B. alle Befundgrenzen) innerhalb der gewählten Messdatei selektiert werden. Die Selektion erfolgt dabei anhand der im Parser sowie der Messdatei vergebenen Kodierungen, die durch Vergleichsoperatoren (s. u.) ausgewählt werden können. Die Auswahl wird dann für die Erstellung des in Punkt 4 („Name of generated file“) definierten GeoPackages verwendet. Neben der Selektion der zu berücksichtigenden Messungen wird hier auch der Geometrietyp der Ausgabedatei festgelegt. Für die Selektion der Messpunkte stehen folgende Vergleichsoperatoren zur Verfügung: EQ

(gleich), NEQ (ungleich), LT (kleiner als), GT (größer als), LTE (kleiner oder gleich), GTE (größer oder gleich). Bei den Geometrietypen sind ALL, POLY, LINE, POINT und RAW möglich. Das im Befehl angegebene Feld muss im Parser definiert sein, damit es gezielt angesprochen und innerhalb der Messdaten durchsucht werden kann. Im Beispiel eines Befundes, der im Tachymeter mit 1_G codiert wurde, muss der Parser exakt diese Struktur (Befundnummer_Klassifikation) definieren und zusätzlich eine Auflösung des Kürzels – etwa @G=Grube – unterhalb des Klassifikationsfeldes bereitstellen, damit der Attributwert „Grube“ später in der Attributtabelle verfügbar ist.

Um die Beispielcodierung in das Zielformat zu überführen muss im Feld „Selection“ EQ:POLY:KLASSI:Grube eingetragen werden, woraus sich der Survey2GIS-Befehl „-S EQ:POLY:KLASSI:Grube“ ergibt. Dieser Ausdruck bedeutet: Suche alle Polygone, deren Klassifikation „Grube“ entspricht, und weise ihnen diesen Wert in der Spalte „Klassifikation“ zu. Auch das Ausschließen bestimmter Werte ist möglich, um alle übrigen Messwerte einzubeziehen. Eine detaillierte Beschreibung der verschiedenen Vergleichs- und Filtermöglichkeiten findet sich im Handbuch (deutsch, Seite 42–47). Sobald im Messcode Abkürzungen verwendet werden, können diese im Parser durch eine entsprechende Referenzliste unterhalb des jeweiligen Feldes aufgelöst werden. Nur so ist sichergestellt, dass sie beim Verarbeitungsprozess korrekt erkannt und als Attributwerte übernommen werden.

Zusammenstellung und Ausführung der Befehle

Nachdem alle erforderlichen Angaben gemacht und Optionen gesetzt wurden, kann über die Schaltfläche „Add new command for execution“ der gesamte Survey2GIS-Befehl zur Erzeugung des definierten GeoPackages-Layer erstellt und automatisch in das Commands-Fenster eingefügt werden. Dabei wird auch der Pfad zu Survey2GIS automatisch eingefügt. Dieser Prozess kann wiederholt werden, bis alle Kommandozeilenbefehle zur Erzeugung der in der Messdatei abgebildeten Geometrien angelegt sind. Beim ersten Durchlauf sind in der Regel alle Parameter auszufüllen. Bei weiteren Parsern

genügt es meist, nur den neuen Parser sowie den Namen des daraus zu erzeugenden Layers anzugeben. Die übrigen Felder – insbesondere Projektion, Optionen und Toleranzen – können, sofern sie unverändert bleiben, übernommen werden. Nach dem ersten vollständigen Durchlauf reduziert sich der Aufwand somit erheblich. Die Befehle sammeln sich im Textfeld und werden am Ende gemeinsam ausgeführt. Optional können die Kommandos über „Save commands to file“ gespeichert und bei Bedarf mit „Load commands from file“ erneut geladen werden. Dies erleichtert die Arbeit erheblich, insbesondere wenn Dateistruktur, Benennungsschema und Datenqualität gleichbleiben. Nach Abschluss aller Eingaben wird der Prozess mit „Run all commands“ gestartet. Das Ergebnis ist ein GeoPackage, das sämtliche in der Messdatei enthaltenen und zu Geodaten verarbeiteten Informationen enthält – aufgeteilt nach Parser-Schema (z. B. Grenzen, Befunde, Verfüllungen, Funde, Geopunkte) und getrennt nach Geometrie (Punkt, Linie, Polygon).

Survey2GIS Parser-Generator

Der Survey2GIS Parser-Generator⁹ wurde mit dem Ziel entwickelt, die Erstellung von Parsern zu unterstützen und Fehlerquellen zu minimieren. Es handelt sich dabei um eine Webanwendung, die mit einer Internetverbindung und einem Webbrowser plattformunabhängig und ohne Installation lauffähig ist. Die Anwendung besteht aus drei Bereichen: einem Menübereich oben, einem Formularbereich links und einem Vorschaubereich rechts (Abb. 4).

Im Menübereich können über ein Dropdown-Menü bestehende Parser von der lokalen Festplatte geladen, bestehende Parser aus einem vorgegebenen GitHub-Repository geöffnet oder ein fest eingebundener Beispielparser aufgerufen werden. Besonders die Anbindung an das GitHub-Repository ermöglicht es, die Entwicklung einzelner Parser zu versionieren, transparent zu dokumentieren und einer breiteren Community bereitzustellen. Vorschläge zur Einbindung bestehender Parser in das Repository sind willkommen.

Neben dem Dropdown-Menü zum Öffnen eines Parsers befindet sich eine Schaltfläche zum Herunterladen der erzeugten .ini-Datei. Rechts im Menü findet sich der Zugang zum Hilfebereich, der sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache verfügbar ist.

⁹<https://parser-generator.survey-tools.org/> (zuletzt abgerufen am 05.11.2025).

Literatur

Bibby – Dücke 2017: D. Bibby – B. Dücke, Free and Open Source Software Development in Archaeology. Two interrelated case studies: gvSIG CE and Survey2GIS, Internet Archaeology 2017/43.

<https://doi.org/10.11141/ia.43.3>

Bibby 2021: D. Bibby, The Ongoing Development of Survey2GIS and the potential of Free and Open Source GIS for Data Collection and Analysis on Excavation, in: Museen der Stadt Wien - Stadtarchäologie (Hrsg.), Monumental Computations: Digital archaeology of large urban and underground infrastructures, Proceedings of the International Conference on Cultural Heritage and New Technologies, Vienna (2021) 591–594.

<https://doi.org/10.11588/propylaeum.747.c11856>

Soll ein neuer Parser angelegt werden, geschieht dies über die Schaltfläche „Neue Parser-Datei erstellen“. Dadurch öffnet sich unmittelbar der Formularbereich. Zunächst wird der erste Abschnitt (der sogenannte [Parser]-Abschnitt) aktiviert und das Formular mit den auszufüllenden Feldern öffnet sich. Das Formularfeld für den jeweiligen Abschnitt ist so lange rot hinterlegt, bis alle Pflichtfelder korrekt ausgefüllt sind. Im Vorschaubereich auf der rechten Seite wird der Parser in Echtzeit generiert, wobei ein Syntax-Highlighting die Orientierung und Zuordnung erleichtert. Mit der Option „Neue Feld-Selektion anlegen“ (immer ganz unten im Formularbereich) können beliebig viele weitere Feld-Abschnitte definiert werden, die stets dem vorherigen Abschnitt nachgetragen werden.

Hilfestellungen und geplante Entwicklungen

Gegenwärtig wird die Website¹⁰ grundsätzlich überarbeitet, um die neueren Entwicklungen abzubilden. Insgesamt soll hier ein übersichtlicher Einstieg entstehen, der durch Beispiel-Workflows und Beispieldatensätze ergänzt wird. Ziel ist es, den Einstieg und die Orientierung in Survey2GIS sowie in den neu entwickelten und miteinander verknüpften Diensten zu erleichtern. Die Website wird laufend aktualisiert – ein gelegentlicher Blick lohnt sich also.

Für das QGIS-Plugin SurveyDataProcessor sind neben kleineren Bugfixes sowie der Verbesserung der Benutzerführung und der Anordnung der Formularfelder als größere Implementierung eine GIS-spezifische Profilberechnung als geplantes Feature für das Jahr 2026 vorgesehen. Ebenfalls geplant ist die Erweiterung der Hilfebereiche um Muster-Workflows, Beispieldaten und praxisnahen Leitfäden.

Änderungswünsche nehmen wir gerne entgegen – sie können auch direkt als GitHub-Issue erstellt werden oder innerhalb des bestehenden Forums diskutiert werden¹¹.

¹⁰ <https://www.survey-tools.org/> (zuletzt abgerufen am 05.11.2025).

¹¹ <https://groups.io/g/survey2gis/topics> (zuletzt abgerufen am 05.11.2025).

Steffen Berger

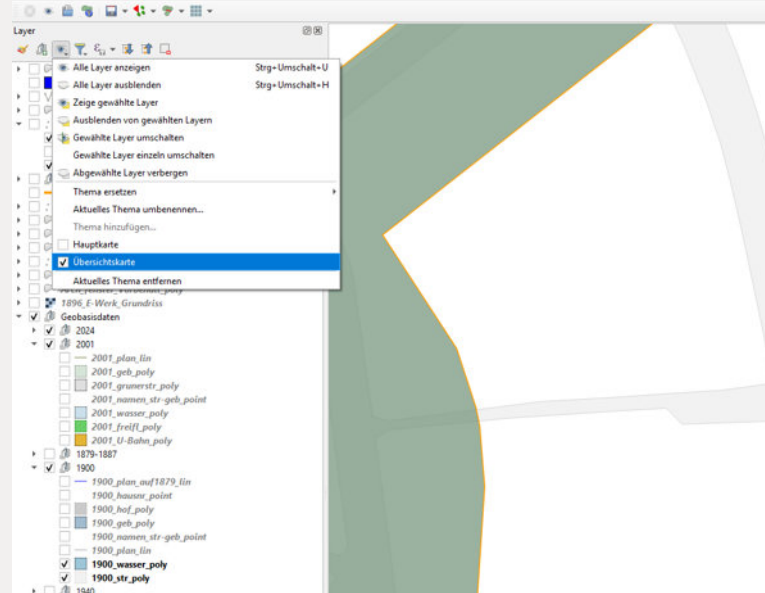
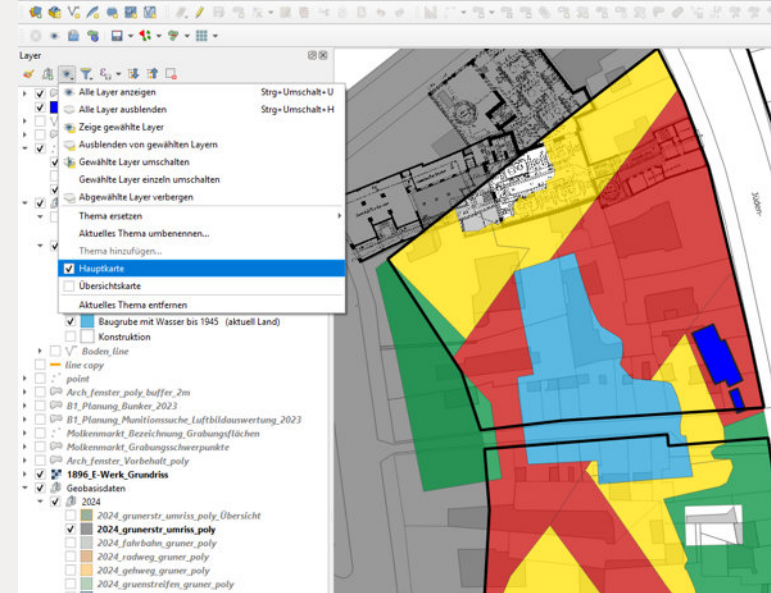
Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart
Berliner Str. 12
73728 Esslingen
steffen.berger@rps.bwl.de

Jonas Abele

Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart
Berliner Str. 12
73728 Esslingen
jonas.abele@rps.bwl.de

Claus Brenner

Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart
Frauenried 3
71638 Ludwigsburg
claus.brenner@rps.bwl.de



Janko Reichel-Heisig

Vereinfachte Planerstellung

Drei QGIS-Tipps

In QGIS gibt es einfache Möglichkeiten, die Planerstellung zu erleichtern und Zeit sowie Aufwand zu sparen. Drei davon werden in diesem Artikel vorgestellt.

Kartenthemen

Mit Kartenthemen lassen sich innerhalb einer Projektdatei unterschiedliche Karteninhalte darstellen. Die Kartenthemen lassen sich auch im Drucklayout verwenden. Das erleichtert die Planerstellung und es vereinfacht auch die Arbeit mit QGIS im Allgemeinen.

Das Prinzip ist einfach: Die Einstellungen, welche Layer an- und ausgestellt sind, lassen sich abspeichern. Beispielsweise ist es praktisch, eine Karteneinstellung zu haben, vergleichbar einer Übersichtskarte, in der nur sehr wenige Inhalte angezeigt werden. Als zweite Karteneinstellung bietet sich eine Detailkarte an, in der alle Befunde und Funde mit ihren Beschriftungen angezeigt werden. Diese Karteneinstellungen lassen sich einfach als Kartenthema abspeichern. Und so geht's:

- Layer in der Projektdatei nach euren Vorstellungen an- oder ausstellen.
- *Bedienfeld Layer*: In der Symbolreihe über der Layerliste das Auge anklicken (*Kartenthemen verwalten*).
- *Thema hinzufügen* -> Themenamen vergeben (z. B. Übersichtskarte).
- Es gibt auch die Möglichkeit, mit *Thema ersetzen* ein bereits bestehendes Kartenthema im Nachhinein zu verändern.

1

Mit definierten Kartenthemen kann zwischen verschiedenen Ansichten des Plans gewechselt werden (J. Reichel-Heisig, Landesdenkmalamt Berlin).

Sobald zwei Kartenthemen angelegt sind, lässt sich zwischen diesen hin und her wechseln. Das spart Zeit, da mit einem Klick die einmal gemachten Einstellungen wieder hergestellt werden. Es ist wichtig zu wissen, dass in den Kartenthemen nur gespeichert wird, welche Layer ein- und ausgeschaltet sind.

Wenn ihr den gleichen Layer mit unterschiedlichen Layereigenschaften wie Farbe oder Strichbreite darstellen wollt, einfach den *Layer duplizieren* und im Duplikat die Layereigenschaften verändern. Dann den ursprünglichen Layer aus- und das Duplikat einschalten und über *Thema ersetzen* das Duplikat in das Kartenthema übernehmen.

Es bietet sich an, jeweils ein Kartenthema für Vermessung und Editierung zu erstellen. Besonders geeignet sind Kartenthemen aber für die Planerstellung.

Verschiedene Inhalte lassen sich auch darstellen, wenn im *Drucklayout* bei den *Elementeigenschaften* der Karte das Häkchen bei *Layer sperren* gesetzt wird. Für immer wiederkehrende Einstellungen – wie eine Gesamtübersicht – über die Grabungsfläche ist die Verwendung eines Kartenthemas aber besser geeignet.

Übersichtskarte mit Ausschnitt der Hauptkarte

Viele Pläne werden besser verständlich, wenn zur Hauptkarte noch eine kleinere Übersichtskarte oder eine Detailkarte geplottet wird. In einer Übersichtskarte lässt sich der Ausschnitt der Hauptkarte in einem automatisch erzeugten Kartenrahmen darstellen (Abb. 2):

- In den *Elementeigenschaften* der Übersichtskarte den Reiter *Übersichten* ausklappen.
- Dann über das grüne Kreuz *Übersicht 1 erzeugen* und unter *Kartenrahmen* die *Hauptkarte* auswählen.
- Das Aussehen des Kartenrahmens lässt sich unter dem Reiter *Rahmenstil* verändern. Um in beiden Karten unterschiedliche Inhalte darzustellen, werden die Karten im Drucklayout mit einem Thema verknüpft.
- *Elementeigenschaften* -> Layer -> Häkchen bei *Kartenthema folgen* -> Thema auswählen.

Symbole in der Legende editieren

Die innerhalb der Legende dargestellten Symbole der Layer können verändert werden. Wenn ein Symbol in der Legende beispielsweise eine zu dicke Strichbreite hat, kann diese einfach verringert werden, ohne dass dies Auswirkung auf die in der Karte dargestellte Strichbreite hat:

- In den *Elementeigenschaften* der Legende zu den *Legendelementen* gehen und den Haken bei *Automatisch aktualisieren* entfernen.
- Auf das entsprechende Symbol doppelklicken und das Häkchen bei *Benutzersymbol* setzen.

Nun lässt sich das Symbol editieren.

Janko Reichel-Heisig

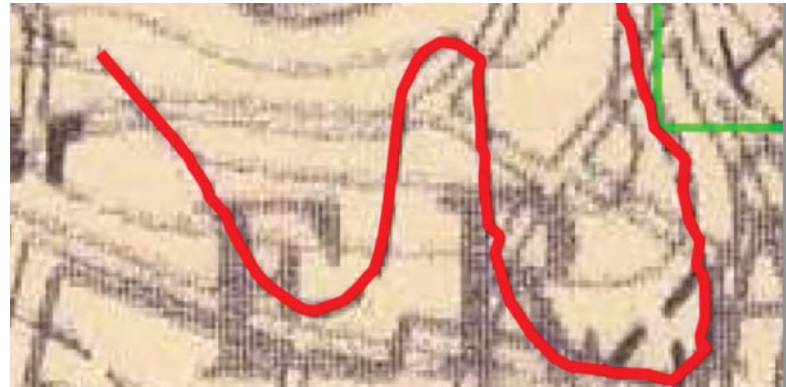
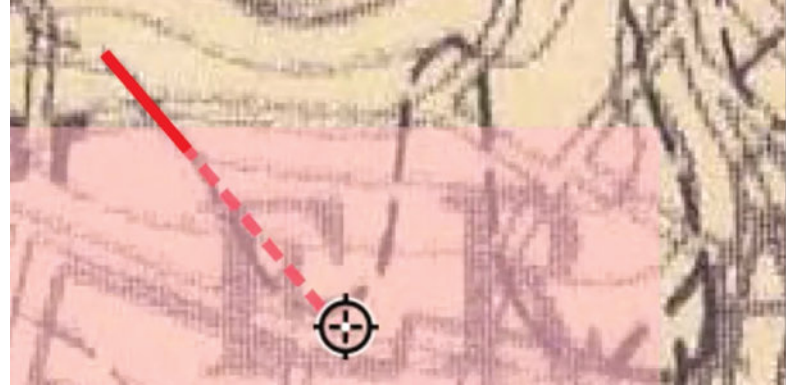
Grabungstechniker

Landesdenkmalamt Berlin

janko-reichel@gmx.net

- 2 Mit definierten Kartenthemen kann zwischen verschiedenen Ansichten des Plans gewechselt werden (J. Reichel-Heisig Landesdenkmalamt Berlin).





1

Das AI Vectorizer-Plugin in Aktion (Quelle: Bunting Labs, <https://buntinglabs.com/solutions/ai-vectorizer> (zuletzt abgerufen am 16.12.2025, Bearbeitung: A. Sbrzesny)).

Anja Sbrzesny

QGIS AI Vectorizer

Ein QGIS-Vektorisierungsp Plugin für Rasterdaten

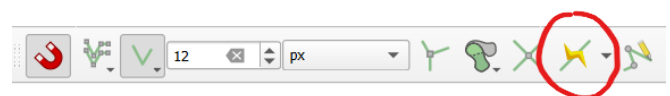
Mit dem kostenpflichtigen QGIS AI Vectorizer-Tool der kalifornischen Firma Bunting Labs¹ steht ein KI-basiertes Digitalisierungswerkzeug zur Verfügung, das Linien und Polygone direkt aus Rasterdaten generieren kann. Während viele bereits das bewährte QGIS-Fangwerkzeug „Spurenverfolgung“ kennen, das ein schnelles Nachzeichnen komplexer Vektorgeometrien erlaubt, geht der AI Vectorizer damit einen Schritt weiter und schließt eine bisher bestehende Lücke in der Digitalisierung.

Die Spurverfolgung (Abb. 2) ist ein sehr nützliches Werkzeug und beschleunigt so manchen Kartierungsprozess ungemein, hat jedoch gleichzeitig den Nachteil, dass es ausschließlich auf Vektordaten, sprich Punkt-, Polygon- und Linienlayer angewendet werden kann, nicht aber auf Rasterlayer, wie zum Beispiel georeferenzierten Scans von Kartenwerken oder Befundzeichnungen. Durch das auf künstlicher Intelligenz basierende QGIS AI Vectorizer-Tool wird eine Autovervollständigung von Linien und Polygonen auch über Rasterdaten ermöglicht (Abb. 1).

Ein erster Test des Tools zeigt durchaus gute Ergebnisse bei Strichzeichnungen auf monochromen Hintergrund. Wurde die gescannte Zeichnung jedoch auf farbigem Millimeterpapier

erstellt, ergibt sich das Problem, dass die Liniengenerierung hier mehr dem Millimeterraster folgt und dabei unschöne, zickzackförmige Konturenverläufe erzeugt. Dieser Effekt und eine aufwändige Glättung der Linien im Nachgang lassen sich durch eine vorangestellte Überarbeitung des Rasterbildes weitgehend vermeiden und damit wesentlich bessere Umzeichnungsergebnisse erzielen. Dazu werden die Bildkanäle in QGIS über die Layereigenschaften des Rasters angepasst, indem die Darstellungsart auf Einkanalgraustufe mit grauem Kanal für die Farbe Rot eingerichtet wird (siehe Einstellungen in Abb. 4).

Kleinere Änderungen an den Helligkeits- und Kontrastreglern sind ebenfalls hilfreich. Im Ergebnis werden rote Bildinhalte, wie z. B. das rote Millimeterraster eines Zeichenblattes visuell reduziert bzw. entfernt (Abb. 3).



2

Die Schaltfläche „Spurenverfolgung“ im Einrasten-Menü von QGIS (Grafik: A. Sbrzesny).

¹<https://buntinglabs.com/solutions/ai-vectorizer> (zuletzt abgerufen am 16.12.2025).

Durch das kontrastreiche Graustufenbild, kann das AI Vectorizer-Plugin die nachzuzeichnenden Konturen nun wesentlich besser interpretieren und umsetzen. Die vorgenommenen Rastereinstellungen sind dann auch über *Copy & Paste* der Symboleigenschaften auf andere Rasterlayer mit ähnlichen Bildeigenschaften übertragbar. Eine zeitaufwendige Bildprozessierung über andere QGIS-Tools, wie GDAL, bei denen neue Bilddateien erstellt werden, ist somit nicht notwendig. Es wäre aber wünschenswert, dass das Plugin künftig so weiterentwickelt wird, dass das KI-Modell automatisch erkennt, wann ein Millimeterraster vorliegt, und dieses gezielt vermeidet. Dadurch würde die hier vorgestellte Anpassung der Rastereigenschaften als Arbeitsschritt entfallen.

Leider ist die kostenlose Testversion des Plugins in ihrer Nutzung begrenzt beziehungsweise das frei zur Verfügung stehende Berechnungskontingent, angegeben in sogenannten Chunks, sehr schnell aufgebraucht. Ein ausführlicher Test inklusive Speicherung und systematischem Vergleich der verschiedenen Ergebnisqualitäten war dadurch nicht möglich.

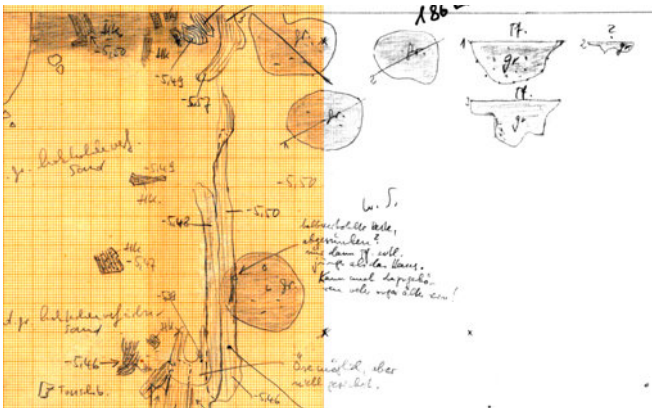
Auf eine Anfrage für weitere Testchunks wurde seitens von Buntings Labs bisher nicht geantwortet, obwohl die Firma auf ihrer Internetseite jegliche Beantwortung von Anfragen verspricht. Das Plugin AI Vectorizer ist kostenpflichtig und dürfte mit 20 bis 275 \$ pro Monat (für verschiedene Nutzungslizenzen im Paket mit weiteren Tools) den Kosten-Nutzen-Aufwand nur bei bestimmten Vorhaben rechtfertigen.

Trotz alledem handelt es sich bei dem AI Vectorizer-Tool um ein spannendes Werkzeug für die Digitalisierung analoger Dokumentationsbestände und sollte in seiner Entwicklung weiterhin beobachtet werden. Wer sich selbst ein Bild machen möchte, kann sich über die Homepage von Bunting Labs einen kostenlosen Zugang zu der genannten Testversion freischalten lassen. Auf Youtube gibt es zudem informative Videos über das QGIS-Plugin in Aktion.

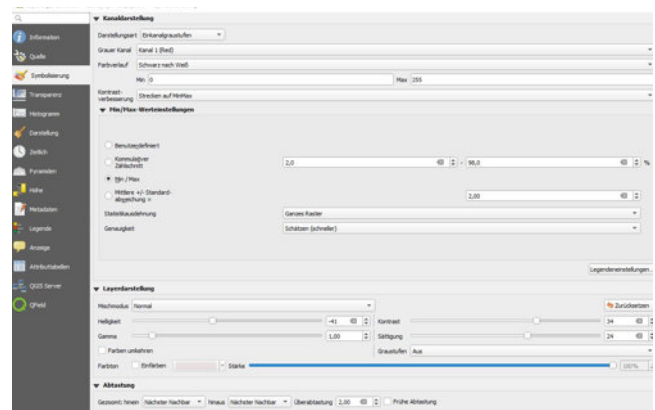
Anja Sbrzesny

Archäologisches Informations- und Dokumentationszentrum
Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege
und Archäologisches Museum
anja.sbrzesny@bldam.brandenburg.de

- 3 Vergleich der Rasterdarstellung vor (links) und nach (rechts) der Bildkanalanpassung (Quelle: Scan des Zeichenblattes Qu. 503/ Pl. 5, Grubenhaus 23 - SO-Ecke, Grabungsleitung S. Gustavs, Fundplatz Klein Körös 3, Ausgrabung-Ndx 119, Ortsakte LDS – 85 des AIDZ in Wündsdorf BLDAM; Bearbeitung: A. Sbrzesny).



- 4 Einstellungen der Bildkanalanpassung – Einkanalgraustufen mit grauem Kanal für die Farbe Rot. (Grafik: A. Sbrzesny).





Archäologische Standards in Österreich

Richtlinien für Grabungen und Fundkonservierung 2024/2025

Die **Richtlinien für archäologische Maßnahmen** werden vom österreichischen Bundesdenkmalamt herausgegeben und liegen aktuell in der Fassung von 2024 mit einem Umfang von 130 Seiten vor. Diese enthalten sowohl verbindliche Vorschriften als auch Hilfestellungen zur Durchführung archäologischer Prospektionen und Grabungen. Anders als in den Vorschriften der deutschen Bundesländer wird darin beispielsweise die stratigraphische Grabungsmethode als einzige zulässige Untersuchungstechnik vorgeschrieben. Damit ist festgelegt, dass jede stratigraphische Einheit in ihrer Kontur und Oberfläche freigelegt und dokumentiert werden muss.

<https://www.bda.gv.at/themen/publikationen/standards-leitfaeden-richtlinien/richtlinien-archaeologie-massnahmen.html>

Im September 2025 wurden ebenfalls die **Standards für die konservatorische Behandlung von archäologischen Funden** vom österreichischen Bundesdenkmalamt aktualisiert. Dabei wird der gesamte Workflow von der Planung über die Freilegung, Bergungstechniken, die konservatorische Erstversorgung bis hin zur Reinigung, Verpackung und Zwischenlagerung des Fundguts auf 84 Seiten beleuchtet. Eine Sammlung von Merkblättern zu verschiedenen Materialgruppen, in denen die wichtigsten Eckdaten zusammengestellt sind, unterstreicht den praxisorientierten Charakter des Regelwerks für den Umgang mit archäologischen Funden in Österreich.

<https://www.bda.gv.at/themen/publikationen/standards-leitfaeden-richtlinien/standards-konservatorische-behandlung-archaeologischer-funde.html>

(sg)



Dokumentation archäologischer Grabungen

Empfehlungen der Arbeitsgruppe „Archäologie und Informationssysteme“
im Verband der Landesarchäologien in Deutschland

Eine Arbeitsgruppe der Kommission „Archäologie und Informationssysteme“ im Verband der Landesarchäologien in Deutschland hat Empfehlungen zur digitalen Dokumentation archäologischer Grabungen erarbeitet. Darin werden Standards, Richtlinien und Best Practice zusammengestellt, die dazu beitragen sollen, die Qualität, Sicherheit und Nachhaltigkeit der digitalen Grabungsdokumentation auf einem angemessenen Niveau zu gewährleisten.

Die 18-seitige Studie ist aktuell mit Stand Februar 2025 veröffentlicht. Darin sind sowohl generelle Aspekte digitaler Dokumentation wie Datensicherheit, Qualitätsmanagement, Metadaten und Urheberrecht berücksichtigt als auch Grundlagen und Anwendungen zu strukturierten Daten und besondere Aspekte zu den Themen Fotografie und Vermessung.

Die Autor:innen betonen, dass die Empfehlungen bei der Fortschreibung der jeweiligen Grabungsdokumentationsrichtlinien berücksichtigt werden sollten.

Die Studie steht auch als kommentierte Version zur Verfügung, in die nicht redaktionell überarbeitete Rückmeldungen

und Kommentaren aus verschiedenen Bundesländern aufgenommen wurden.

Auch ein Blick auf die Downloadseite der Kommission Archäologie und Informationssysteme lohnt sich, hier sind interessante Informationen und Links rund um die Archivierung, Digitalisierung, FOSS, NFDI und auch zur Grabungsdokumentation abrufbar.

https://www.landesarchaeologien.de/fileadmin/mediamanager/004-Kommissionen/Archaeologie-und-Informationssysteme/Grabungsdoku/Empfehlung_DigitGrabung_v1-00.pdf

https://www.landesarchaeologien.de/fileadmin/mediamanager/004-Kommissionen/Archaeologie-und-Informationssysteme/Grabungsdoku/Empfehlung_DigitGrabung_v1-00_kommentiert.pdf

<https://www.landesarchaeologien.de/kommissionen/archaeologie-und-informationssysteme/downloads>

(sg)



QGIS-Plugin XYZto3D – Von der Punktliste zum Modell

Ein nützlicher Tipp vom Geo-Observer – auf den der DGUF-Newsletter Nr. 134 hingewiesen hat

Ein kleines offene Plugin von Geodose dient zur schnellen Ansicht von Oberflächen-Punktwolken. Die QGIS-Erweiterung lässt sich aus einem Zip-File installieren. Sie setzt CSV-Dateien mit aufgelisteten x-, y- und z-Werten schnell und einfach in eine beliebig schwenkbare 3D-Visualisierung in einem separaten Ansichtsfenster um. Dabei werden die gegebenen Koordinaten-/Höhenwerte durch Interpolation verdichtet und als Oberfläche dargestellt. Für die Darstellung kann zwischen verschiedenen Farbskalen gewählt werden und auch Konturlinien erzeugt werden. Darüber hinaus lassen sich mit einer Werteanzeige am Cursor für jeden Punkt die dargestellten Werte und Schnitt-Konturen an jeder beliebigen Achse anzeigen. Die Darstellung kann als PNG geplottet werden. Ein einfaches Tool für die schnelle Ansicht, ohne viele notwendige – aber auch ohne weiterführende – Einstellungen. Download und Erläuterung der Interpolationsmethode:

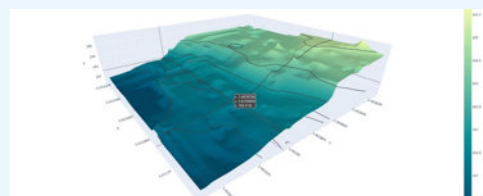
<https://www.geodose.com/2023/10/xyzto3d-qgis-plugin.html>

Vorstellung von 'XYZto3D' bei geoobserver.de:

<https://geoobserver.de/2023/11/01/qgis-tipp-das-xyzto3d-plugin/>

Installation und Anwendung im Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=HXQISMT-two>



(sg)



Open Archaeo

Open Source Software

Eine umfassende Zusammenstellung von Open-Source-Tools und Datensammlungen, die für verschiedene Bereiche der Archäologie interessant sind, bietet die Seite open-archaeo. Über klar strukturierte Kategorien und Schlagwörter lassen sich Tipps und Empfehlungen aus einem sehr breiten Themenspektrum schnell und gezielt auffinden, sodass die Plattform sich sowohl für erste Recherchen als auch für vertiefenden Einstieg eignet.

<https://open-archaeo.info>

open-archaeo

A list of open source archaeological software and resources

(sg)



Spracherkennung

Befundbeschreibung diktieren

Wir geben unsere Grabungsdokumentationen mittlerweile nur noch digital ab. Deshalb lohnt es sich, den klassischen Schritt mit dem Feldbuchrahmen zu überspringen und die Befundbeschreibung gleich per Spracherkennung ins Smartphone oder Tablet einzusprechen.

Es gibt dafür auf jedem Betriebssystem passende Apps und Lösungen, die sich ganz leicht an die eigene Arbeitsweise anpassen lassen – egal ob Android oder iOS. Die Texte landen automatisch in der Cloud und können am Ende des Arbeitstags oder der Woche ganz einfach per Copy & Paste in ein Word-Dokument eingefügt werden. Das spart richtig viel Zeit – niemand muss im Feld ewig schreiben. Und später muss auch niemand mehr die handschriftlichen Notizen mühsam abtippen.

Klar, die Spracherkennung funktioniert nicht immer perfekt und vertippt sich manchmal – aber das lässt sich schnell beheben: Einfach den Text aus der Cloud in ChatGPT kopieren und automatisch korrigieren lassen.

Diesen Tipp habe ich übrigens in knapp zwei Minuten ins Smartphone gesprochen und speichere ihn jetzt gleich für die Tipps-Rubrik in unserem Rundbrief ab

(bli)



Jahrestagung

LWL-Archäologie für Westfalen

23. März 2026 in Münster

Die Jahrestagung 2026 der LWL-Archäologie Westfalen wird in Münster stattfinden. Infos werden unter

<https://www.lwl-archaeologie.de/de/aktuelles/jahrestagung-digital/>

zu finden sein. Dort sind auch die Aufzeichnungen der Vorträge der vorangegangenen Tagungen verlinkt.

(sg)



DGUF

Das archäologische Jahr 2025



21. Februar 2026, online

In der eintägigen Online-Veranstaltung der Deutschen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte (DGUF) werden aktuelle Grabungen, Projekte und Entwicklungen der Kampagne 2025 vorgestellt.

<https://www.dguf.de/tagungen-events/das-archaeologische-jahr/das-archaeologische-jahr-aktuell>

(sg)



Tagung

Digitale Primärdokumentation

22.–23. Januar 2026 in Wiesbaden

Mit dieser Plattform für die Vorstellung und Diskussion aktueller Entwicklungen in der digitalen Feldarchäologie wendet sich die hessenARCHÄOLOGIE an Akteure aus Denkmalpflege, Fachfirmen und Projektenwicklung. Thematische Schwerpunkte sollen u. a. bei GIS-basierten Dokumentationsmethoden, mobiler Datenerfassung, 3D-Visualisierung sowie automatisierten Workflows liegen.

<https://denkmal.hessen.de/digitale-primaedokumentation>

(sg)



LAC 2026

9. Landscape Archaeology Conference

18.–21. März 2026 in Bamberg

Hauptthemen der internationalen LAC-Konferenz 2026 sind Fluss- und Feuchtgebietslandschaften, vertikale Landschaften, Bevölkerung und Demografie, Wirtschaft und Ressourcen, archäologisches Erbe und Aufwertung vergangener Landschaften sowie nicht-invasive Methoden und Techniken, Geodatenanalyse und Big Data.

Vortragstage sind der 19. und 20. März, am 21. März werden Exkursionen angeboten. Die LAC-Tagung richtet sich an Forscher:innen aus Archäologie, Geo- und Umweltwissenschaft, Kulturwissenschaften und aus benachbarten Disziplinen.

<https://lac2026.com/>



(sg)



CAA Conference

53. CAA-Konferenz in Wien

31. März – 4. April in Wien

Die 53. Internationale Konferenz der Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA) wird in der Universität Wien tagen.

<https://2026.caaconference.org/call-for-sessions/>



(sg)

VGFA

Verband für Grabungstechnik
und Feldarchäologie e. V.



We proudly present:

4. Fachtagung des Verbandes für Grabungstechnik und Feldarchäologie e. V.

vom 14. bis 17. April 2026

im Archäologischen Landesmuseum Brandenburg
In Brandenburg an der Havel

Unsere kommende Fachtagung findet im ehemaligen Dominikanerkloster St. Pauli in Brandenburg (Havel) statt. Uns erwartet ein spannendes Programm: 3,5 Tage intensiver fachlicher Austausch sowie die Vorstellung und Diskussion aktueller Entwicklungen.

Aktuelle Infos zur Tagung findet Ihr auf der Seite des [Verbandes für Grabungstechnik und Feldarchäologie e.V. \(VGFA\)](#).

Grafik: O. Reineke (BLDAM)



Archäologisches Landesmuseum
Brandenburg



VGFA

Verband für Grabungstechnik
und Feldarchäologie e. V.



Impressum

Rundbrief Grabungstechnik, Ausgabe 26, Dezember 2025

Herausgegeben vom
Verband für Grabungstechnik
und Feldarchäologie e.V.
Geschäftsstelle:
Auf Feiser 1
D-54292 Trier

Kontakt rundbrief@feldarchaeologie.de

Redaktion Susen Döbel (sdö), Susanne Gütter (sg), Bastian Lischewsky (bli),
Bernhard Ludwig (blu)

Satz und Layout Susen Döbel, Bernhard Ludwig

Trotz sorgfältiger Prüfung können wir keinerlei Haftung für die Inhalte der von uns verlinkten Internetseiten übernehmen. Für die Inhalte sind ausschließlich die Urheber der jeweiligen Seiten verantwortlich. Für den Inhalt unverlangt eingesandter Artikel übernehmen wir keinerlei Haftung.

VGFA

Verband für Grabungstechnik
und Feldarchäologie e. V.

