

# Standards zur Durchführung geophysikalischer Prospektion in der Archäologie in Bayern



## Einleitung

Die nachfolgenden Mindestanforderungen sollen sicherstellen, dass geophysikalische Maßnahmen möglichst effektiv, vergleichbar sowie aussagekräftig sind und somit archäologisch und denkmalpflegerisch verwertbare Prospektionsergebnisse liefern. Die standardisierten Richtlinien unterstützen sowohl Prospektoren als auch deren Auftraggeber dabei, geeignete Maßnahmen durchzuführen beziehungsweise zu beauftragen.

Aufgrund der Komplexität und Vielzahl von einsetzbaren Prospektionsgeräten ist es notwendig, dass die Maßnahmen detailliert beschrieben und dokumentiert werden. In keinem Falle kann ein Standard auf alle Situationen der geophysikalischen Prospektion in der Archäologie angewandt werden. Demgegenüber sind die Darstellung und Ausgabe der Ergebnisse sowie die schriftlichen Berichte dazu in einheitlicher Form auszuführen.

Alle Prospektionsmaßnahmen im Bereich von Bodendenkmälern bedürfen seit dem 01.01.2026 einer Erteilung einer denkmalrechtlichen Erlaubnis gem. Art. 7 Abs. 7 BayDSchG. Diese muss über die zuständige Untere Denkmalschutzbehörde beim Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege (BLfD) angefordert werden. Nach Vorliegen einer solchen Erlaubnis wird der erlaubten Prospektionsmaßnahme eine Maßnahmen-Nummer durch das BLfD zugewiesen.

## Leistungsbeschreibung geophysikalische Prospektion in der Archäologie

### I) Vorbereitung

a) Begründung für die geophysikalische Prospektion: Im Vorfeld der Untersuchung muss geklärt werden, welche archäologischen Befunde ggf. erwartet werden können. Basierend darauf kann Art und Umfang der geophysikalischen Prospektion im Rahmen eines Leistungsverzeichnisses festgelegt werden (vgl. III).

b) Die Georeferenz der Messfläche(n) soll mittels Umrisspolygon(en) in den Dateiformaten „\*.shp“ bzw. notfalls „\*.dxf“ dokumentiert werden, eine Belegung mit Koordinaten in ETRS-89 UTM32/33 (EPSG: 25832 bzw. 25833; Zone je nach Lage der Messfläche in Bayern) möglichst hoher Qualität (= RTK-fix, d.h. 1-2 cm horizontale Lagegenauigkeit) ist erforderlich. Mit „handheld“-GNSS-Empfängern (wie sie z. B. zum Wandern genutzt werden) ermittelte Koordinaten können hierfür nicht die erforderliche Genauigkeit liefern.

## Eignung von Flächen zur geophysikalischen Prospektion:

a) Topographie: Möglichst eben, kein zu starkes Gefälle. Starke Neigungen können zu Problemen bei der sinnvollen Durchführung der Messungen bzw. bei deren Auswertung führen. Insbesondere beim Bodenradar treten dabei aus methodischen Gründen teils enorme Fehler in der exakten Messpunktlokalisierung auf.

b) Messfläche: Die Größe der Messfläche sollte 80 x 80m für Magnetometerprospektion bzw. 20 x 20m für Elektrik oder Radar möglichst nicht unterschreiten.

c) Bewuchs und Oberflächenbeschaffenheit:

Magnetik: Während der Messung möglichst frei von höherem Bewuchs oder bei Wiesenflächen nach dem Mähen. Bei landwirtschaftlich genutzten Flächen eignen sich Messungen im Frühjahr vor bzw. unmittelbar nach der Aussaat oder im Herbst nach der Ernte. Zur Vermeidung von Erschütterungsrauschen sollten möglichst ebene Flächen, ohne grobe Ackerschollen gemessen werden. Einzelne Bäume und Sträucher oder Baumreihen können ausgespart werden, müssen aber wiederum als Lücke im Messbild gekennzeichnet werden.

Elektrik: Der Wurzelbereich von Bäumen sowie frisch gepflügte Äcker sind für die Prospektion ungeeignet.

Bodenradar: Um eine ungehinderte Signalanbindung an den Untergrund zu gewährleisten, muss die Fläche möglichst eben sein. Das Vorhandensein von Stoppeln und hohem Gras führt zu einem deutlichen Verlust an Signalstärke und damit Eindringtiefe und ist somit zu vermeiden. Um eine ausreichende Eindringtiefe zu gewährleisten, ist darauf zu achten, dass keine zu hohe Bodenfeuchtigkeit vorliegt.

d) Wege: Schmale Feldwege, ggf. geschottert oder auch geteert, können bei der Magnetometerprospektion überquert werden, bei der Elektrik i. d. R. nicht, da die Messsonden direkt in die oberen Zentimeter des Bodens eingesteckt werden müssen. Aussagen über archäologische Befunde sind allerdings auch bei der Magnetik unter Wegen, aufgrund starker Störeinflüsse, nur in Ausnahmefällen zu erwarten. Für das Radar stellen Wege kein Hindernis dar. Es ist jedoch zu beachten, dass diese meist stark verdichtet bzw. fundamementiert sind und sich deshalb auch noch in großer Tiefe als Störung der Messung darstellen.

e) Straßen: Für die Magnetikmessung sollte der Abstand zur Autobahn und zu Fernstraßen wegen des Verkehrs mindestens 20 m (bei Fluxgate-Messungen) bzw. 60 - 80 m (bei Totalfeldmessungen) betragen. Für Radarmessungen gibt es hier keine Einschränkungen.

f) Hochspannungsleitungen: Sind generell ein Problem für geophysikalische Messungen, insbesondere in der direkten Umgebung der Strommasten. Unter Stromleitungen sollten Fluxgate-Gradiometersonden mit einer Taktfrequenz von weit über 50 Hz eingesetzt werden. Bei der Elektrischen Prospektion kann es darüber hinaus auch zu Störungen der Elektronik kommen, welche die Ausführung der Messungen gänzlich verhindern.

g) Sonstige Objekte: Gebäude oder auch kleinere Objekte wie Laternenpfosten, Betonpfeiler, Mauern, Sitzbänke etc. verursachen in der Magnetik Störungen im Umkreis von mehreren Metern, so dass hier eine Messung nur eingeschränkt aussagekräftig sein kann. Beim Radar ist zu beachten, dass ein in der Nähe befindlicher Mobilfunkmast oder ein aktives Flughafenradar

aufgrund des vergleichbaren Frequenzbandes eine starke Störung darstellen kann und teilweise eine erfolgreiche Messung komplett verhindert.

Beim Vorliegen von mehreren gravierenden Hindernissen der beschriebenen Art ist eine geophysikalische Prospektion in manchen Fällen nicht erfolgversprechend und daher auch nicht sinnvoll. Die Anwendbarkeit der Prospektion muss jeweils im Einzelfall geklärt werden.

## II) Anforderungen an Projekt- und Prospektionsleitung

Der/Die Prospektionsleiter/-in sollte einen Hochschulabschluss in Geowissenschaften besitzen bzw. eine vergleichbare langjährige Berufserfahrung in der archäologischen Geophysik nachweisen können.

Zusätzliche Anforderungen an Projektleiter / Projektleiterin Prospektion:

- Fundierte Kenntnisse der Siedlungsstrukturen aller archäologischer Zeitstufen (um die Messbilder erkennen und interpretieren zu können)
- fundierte Grundkenntnisse im Vermessungswesen

## III) Messmethoden

Für die flächenhafte Erkundung von archäologischen Fundstellen und Befunden stehen verschiedenste geophysikalische Prospektionsmethoden zur Verfügung. Für die archäologische Anwendung sollten jedoch vorrangig die drei folgenden Methoden angewandt werden:

*a) Magnetometerprospektion, Magnetik oder Magnetometrie:*

Zur Messung steht eine Vielzahl kommerzieller Messgeräte zur Verfügung. Es sollten Instrumente mit einer Sensorauflösung besser oder gleich 0,5 nT eingesetzt werden. Beim Einsatz von Gradiometern bzw. Gradientanordnungen sollte ein Vertikalfeldgradient ( $\Delta B_z$ ) von 0,65 m nicht unterschritten werden.

Die Flächenmessung muss das gesamte zugängliche Areal erfassen. Der Messpunktabstand muss mindestens 25 x 50 cm betragen.

Es sind dabei hand- sowie fahrzeuggestützte Systeme zugelassen. Handgeführte Messungen sind aufgrund der höheren Datenqualität fahrzeuggestützten immer vorzuziehen. Letztere dürfen nur bei großen Messflächen und guten Oberflächenbedingungen eingesetzt werden.

Bei sehr großen Messflächen (> ca. 15 ha) besteht auch die Möglichkeit einer drohnengestützten Magnetometerprospektion. Diese muss jedoch zusätzliche Voraussetzungen erfüllen:

- Nur nach vorheriger Absprache mit dem Arbeitsbereich Geo-Erkundung des BLfD
- Flughöhe: < 70 cm über Grund
- Optimale/maximale Fluggeschwindigkeit: 2-3 m/s
- Feste Ausrichtung des Magnetometers/der Drohne in eine Richtung während der gesamten Messung; keine Wendemanöver, nur Vorwärts- und Rückwärtsflug.
- Vorzugsweise Ost-West-Flug- bzw. Messrichtung

**ACHTUNG:** Bei der Wahl der Messplattform sind bodengestützte Sensoren den drohnengestützten aufgrund der besseren Datenqualität immer vorzuziehen.

Bevorzugter Einsatz der Magnetik bei vermuteten Erdwerken, Graben- oder Grubensystemen, ehemaliger Bebauung mit Holzgebäuden.

*b) Radarmessungen:*

Wir empfehlen hier eine detaillierte Untersuchung sowie die Darstellung der Ergebnisse und Daten in sogenannten „amplitudenbasierten“ Zeitscheiben. Der Profilabstand sollte bei Flächenmessungen 50 cm nicht überschreiten. Grundsätzlich sollten immer Flächenmessungen durchgeführt werden, da einzelne Profile in den meisten Fällen keinen erhöhten archäologischen Aussagewert besitzen.

Die verwendete Antennenfrequenz sollte nur in begründeten Ausnahmefällen eine andere als 400-900 MHz betragen. Nur so kann ein optimaler Kompromiss zwischen Eindringtiefe und Auflösung der archäologischen Strukturen gewährleistet werden.

Die Radarprospektion ist eine aufwendige und kostenintensive Prospektionsmethode, die deshalb auf spezielle Bedingungen zugeschnitten sein muss.

Bevorzugter Einsatz bei klar definierten, auch horizontalen Reflektoren (Schichtgrenzen), wie z. B. steinernen Mauerresten, Straßen oder Fußböden im Untergrund.

*c) Erdwiderstands-Prospektion:*

Der Messpunktabstand darf maximal 50 x 50 cm betragen.

Bevorzugter Einsatz bei vermuteten Überresten von Steingebäuden oder -strukturen.

*d) Weitere geophysikalische Prospektionsmethoden:*

- Gravimetermessungen
- Elektromagnetische Verfahren
- Seismische Verfahren

Die letzteren können die unter a-c aufgeführten Methoden nur ergänzen, aber nicht ersetzen.

#### **IV) Datenabgabe und Datenbearbeitung**

Für jede geophysikalische Maßnahme sind sowohl Rohdaten als auch verarbeitete/prozessierte und geokodierte, GIS-fähige Daten vorzulegen.

Für die Magnetometrie sollen die Rohdaten – je nach Messsystem – in folgenden Formaten vorgelegt werden:

- \*.xyz für alle Grid-basierten Messungen
- \*.prm + \*.disp + \*.tin für Sensys-Systeme (GNSS-basierte Messungen)
- \*.pmxlf für drohngestützte Sensys-Dreiachs-Systeme (GNSS-basierte Messungen)
- \*.txt oder \*.ascii für Foerster-Systeme
- \*.bin für Geometrics-Systeme

Sofern andere Systeme und Software zum Einsatz kommen, müssen Ausgabefiles im ASCII-Format als XYZ-Datensätze abgegeben werden.

Alle Datenverarbeitungsschritte sind immer (im Bericht, s. VI) zu dokumentieren. Verarbeitete Magnetikdaten (Magnetogramme) sind im GIS-fähigen Format (etwa \*.geotiff, \*.grd o. ä.) vorzulegen, wobei die Rasterkachelgröße die endgültige xy-Auflösung widerspiegelt (min. 25 x 25 cm) und die einzelnen Kacheln mit Messwerten (in nT) zu kodieren sind.

Für das Bodenradar sollten die Daten in einem der allgemein gültigen Herstellerformate vorgelegt werden.

Sofern eine Datenaufnahme in einem anderen Format erfolgte, muss vor der Abgabe eine Konvertierung der Messdaten in das \*.sgy-Format erfolgen. Falls die Daten nicht GNSS-gestützt aufgenommen wurden, ist eine Dokumentation abzuliefern, wie die Einzelprofile zusammengehören. Bei GNSS-gestützten Messungen ist darauf zu achten, dass die Messprofile exakt parallel sind und (insbesondere bei Mehrkanalantennen) keine Löcher von mehr als dem Einzelkanalabstand entstehen. Denn anderenfalls gehen Informationen über Befunde in einer zu groben Interpolation verloren.

Alle Datenverarbeitungsschritte sind immer (im Bericht, s. VI) zu dokumentieren.

Verarbeitete Radartiefenscheiben (von i.d.R. 20 cm Dicke) sind im GIS-fähigen Format (\*.geotiff o. ä.) vorzulegen.

## V) Interpretation der Daten

Die Interpretation muss unter Berücksichtigung der örtlichen topographischen, bodenkundlich-geologischen und geomorphologischen Gegebenheiten durchgeführt werden.

Dabei sollten (nach Möglichkeit) auch lokal tätige Archäologen und andere Informationsquellen, z. B. Ortsakten des BLfD, Urkataster, Orthofotos, Geländemodelle etc. zu Rate gezogen werden. Rezente und technische Störungen müssen von archäologischen Strukturen unterschieden werden und entsprechend kenntlich gemacht sein.

Eine klare Unterscheidung von wissenschaftlich begründeter Interpretation und anderweitig begründeter Interpretation oder Spekulation ist zu geben.

## VI) Der Bericht

Jede geophysikalische Prospektion oder Maßnahme erfordert einen wissenschaftlich fundierten Bericht.

Der Bericht muss eine allgemeinverständliche Zusammenfassung der Ergebnisse enthalten.

Minimalanforderungen des Berichtes:

- i) Titel, Autor, Auftraggeber, Kunde, Datum der Messung, Maßnahmennummer
- ii) Archäologische Informationen (soweit verfügbar): Einführung, Lage, Vorgeschichte, Zusammenfassung des verfügbaren archäologischen Wissensstandes, Landnutzungsgeschichte, alte Flurkarten, Luftbildarchäologie usw.
- iii) Aktuelle Informationen: Digitalfotos der Untersuchungsfläche zum Zeitpunkt der Prospektion; Ortsbeschreibung inklusive Geologie, Topographie, Oberflächenbeschaffenheit, Vegetation, bei Widerstands- und Radarkartierung: Bodenfeuchte und Leitfähigkeit während der Datenaufnahme und eine grobe Beschreibung der Wettersituation vor der Datenaufnahme.
- iv) Methodenbeschreibung (Magnetik, Elektrik, Radar), Begründung für die Wahl der Prospektionsmethode bzw. -plattform (d.h. boden-, fahrzeug- oder drohnengestützt), die Messpunktdichte, eine detaillierte Gerätebeschreibung sowie alle Datenverarbeitungsschritte.
- v) Ergebnisse, Beschreibung und Interpretation - siehe auch Punkte IV und V.
- vi) Zusammenfassung

vii) Datendarstellung als Magnetogramme/Resistogramme unterschiedlicher Dynamik oder Graustufenbilder (im Falle von Radartiefenscheiben), Topographie und Interpretationsplan

Im Rahmen des Berichtes muss auch eine der Fragestellung angemessene archäologische Ansprache und Interpretation der einzelnen sichtbaren Befunde erfolgen. Hierzu sollten alle verfügbaren Quellen herangezogen werden.

Ein Negativbefund basierend auf geophysikalischen Daten ist nicht möglich und darf nicht attestiert werden!

Die Arbeitsgruppe Geo-Erkundung des BLfD behält sich vor, unzureichende Messungen und Berichte, die nicht den hier dokumentierten Standards entsprechen, zurückzuweisen und eine Neuanfertigung anzufordern.

Kopien des Berichtes, der elektronisch gespeicherten Rohdaten, der verarbeiteten Daten und der georeferenzierten Umgrenzung der Messfläche ist dem Referat Z V des Bayerischen Landesamts zur Archivierung und Eintragung in das Fachinformationssystem des BLfD per E-Mail an [Geophysik@blfd.bayern.de](mailto:Geophysik@blfd.bayern.de) zuzustellen.

Stand: 04.02.2026