

**Zeitschrift:** Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern

**Herausgeber:** Naturforschende Gesellschaft in Bern

**Band:** 75 (2018)

**Artikel:** Grenzen und Möglichkeiten geophysikalischer Prospektion : am Beispiel elektrischer Widerstandsmessungen im Vicus Petinesca bei Studen BE

**Autor:** Buess, Manuel

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-823111>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 01.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Mit Geomagnetik der antiken griechischen Bebauung von Agrigento (Sizilien) auf der Spur. Ein Archäologenteam bewegt den hochsensiblen Magnetometer auf einem Handkarren über ein Feld.



# Grenzen und Möglichkeiten geophysikalischer Prospektion

am Beispiel elektrischer Widerstandsmessungen  
im Vicus Petinesca bei Studen BE

Wollen Archäologen ohne zu graben den Untergrund erforschen, dann greifen sie zu geophysikalischen Methoden. Bei Luftbildauswertungen und elektrischen Widerstandsmessungen in Studen kam Erstaunliches zu Tage – aber auch die Erkenntnis, dass ein Grossteil des römischen Vicus undokumentiert dem Kiesabbau zum Opfer gefallen ist.



## Geophysikalische Prospektion – Einblick in den Untergrund ohne Bagger und Schaufel

**Z**ur Prospektion archäologischer Strukturen werden mehrere geophysikalische Verfahren eingesetzt. Jede Methode hat ihre Vorteile und speziellen Anwendungsbereiche, birgt aber auch spezifische Nachteile. Die am häufigsten eingesetzten Methoden sind neben Geomagnetik das Ground Penetrating Radar (GPR) sowie elektrische Widerstandsmessungen. Etwas seltener werden die auf letztgenannter Methode basierenden elektrisch-tomographischen Messungen (ERT) verwendet, die zusätzlich eine Tiefenangabe liefern (siehe Beitrag SOLLEE ET AL., S. 112). Allerdings gewährt das ERT nur Informationen entlang einer Profillinie, während die anderen Methoden flächige Messfelder erfassen. Versuche mit weiteren geophysikalischen Verfahren – wie z. B.

Hammerschlag- oder Sprengseismik – haben sich für die Archäologie kaum bewährt.)

In diesem Beitrag wird die elektrische Widerstandsmessung als Beispiel einer geophysikalischen Prospektionsmethode vorgestellt. Sie ist besonders zum Aufspüren von im Boden verborgenen, steinernen Gebäudestrukturen, antiker wie neuzeitlicher Gruben und Gräben sowie der Topographie der Festgesteinsoberfläche geeignet. Ausserdem weist das Verfahren im Vergleich mit anderen geophysikalischen Prospektionsmethoden eine geringere Anfälligkeit auf atmosphärische oder menschlich bedingte Störsignale auf: So beeinflussen lokale Schwankungen des Erdmagnetfeldes, nahe liegende Hochspannungsleitungen oder Bahnlinien die Messungen in deutlich geringerem Masse als zum Beispiel bei geomagnetischen Untersuchungen. Zudem beeinträchtigen im Boden verborgene oder in der Umgebung verbaute Metallgegenstände die

**Autor**

**Manuel Buess**

Messungen nur ganz lokal, während bei geomagnetischen Messungen die Magnetfelder erheblich überlagert werden können. Auch stört ein hoher Bodenfeuchtegehalt – für Prospektionen mittels Georadar ein grosses Problem – bei elektrischen Widerstandsmessungen mitnichten. Eine Grundbedingung für den Einsatz dieser Methode ist allerdings eine minimale Leitfähigkeit des Untergrundmaterials und, damit indirekt verbunden, Umgebungstemperaturen im positiven Bereich (flüssiges Wasser spielt bei der Leitfähigkeit eine Rolle, Eis leitet elektrischen Strom sehr viel geringer). Auch erfasst die Methode unter normalen Umständen keine Befunde, welche deutlich tiefer als ein Meter verborgen liegen.

**Abb. 1: Schematischer Aufbau des Stromkreislaufes: Die fixen, Erdung gewährenden Elektroden (F1 und F2) verbleiben während des gesamten Messvorganges an gleicher Stelle (Referenzelektroden), während die unter das Gerät montierten mobilen Elektroden (E1–E5) potentielle archäologische Strukturen detektieren.**

**Generelle Funktionsweise**

Die Methode basiert auf der Fähigkeit der Erde, elektrischen Strom zu leiten. Diese Eigenschaft steht direkt mit dem in der Erde gespeicherten Porenwasser und den verschiedenen, darin enthaltenen Ionen in Verbindung. Elektrischer Strom, der durch das Material fliesst, steht in einer gewissen Proportion zur Spannung, die eingesetzt

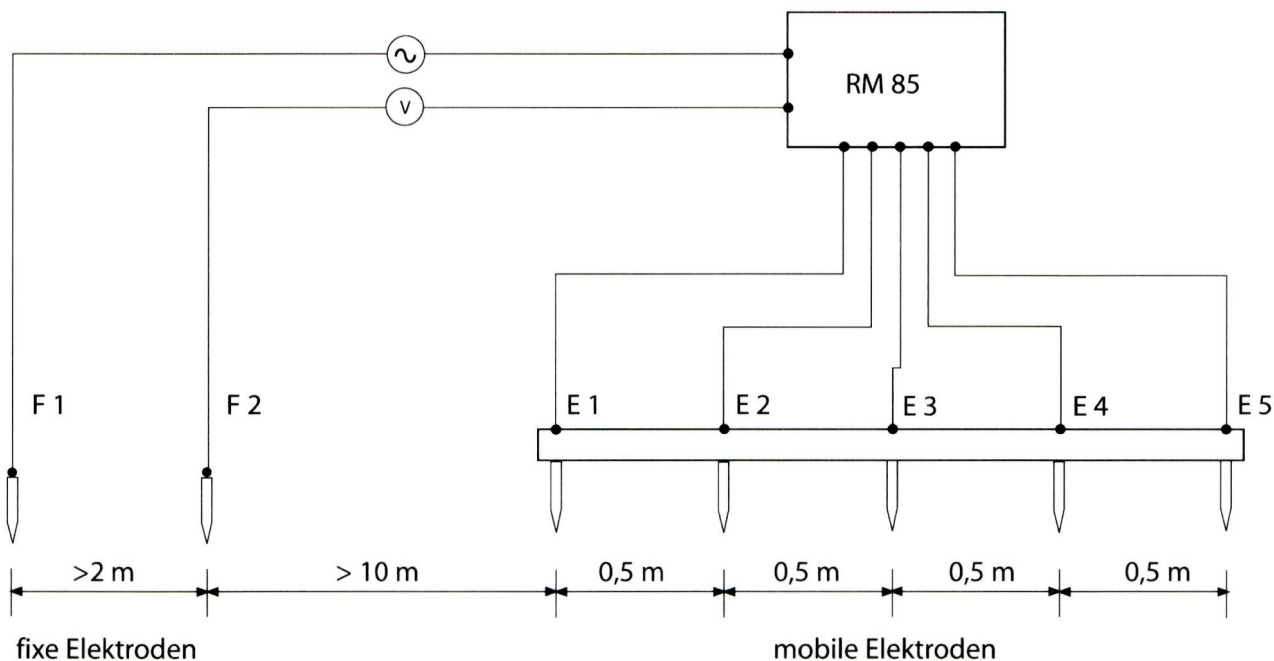
wird. Dieses Verhältnis – Ohmsches Gesetz genannt – gilt für alle Methoden der Widerstandsmessung.

**Das Ohmsche Gesetz**

Fliesst ein elektrischer Strom  $I$  – gemessen in Ampere (A) – durch einen Körper, so entsteht über dem Körper eine elektrische Spannung  $U$  – gemessen in Volt (V) –, die in proportionalem Verhältnis zum elektrischen Widerstand  $R$  des Körpers steht:  $R = U / I$

Das Widerstandsmeter erfasst die variierenden elektrischen Widerstände, die durch unterschiedliche Materialien bedingt sind. Viele archäologische Befunde weisen eine höhere oder tiefere elektrische Leitfähigkeit als die umgebende Erdmasse auf. Eine verborgene, aus Steinen gesetzte Mauer kann als Körper von höherem Widerstand in der Erde erkannt werden, während ein verfüllter Graben eher einen niedrigeren Wert ausweisen wird, da dieser in der Regel mehr Feuchtigkeit als sein Umgebungsmaterial gespeichert hat.

Wird der elektrische Strom konstant gehalten, kann der Widerstand des Mate-



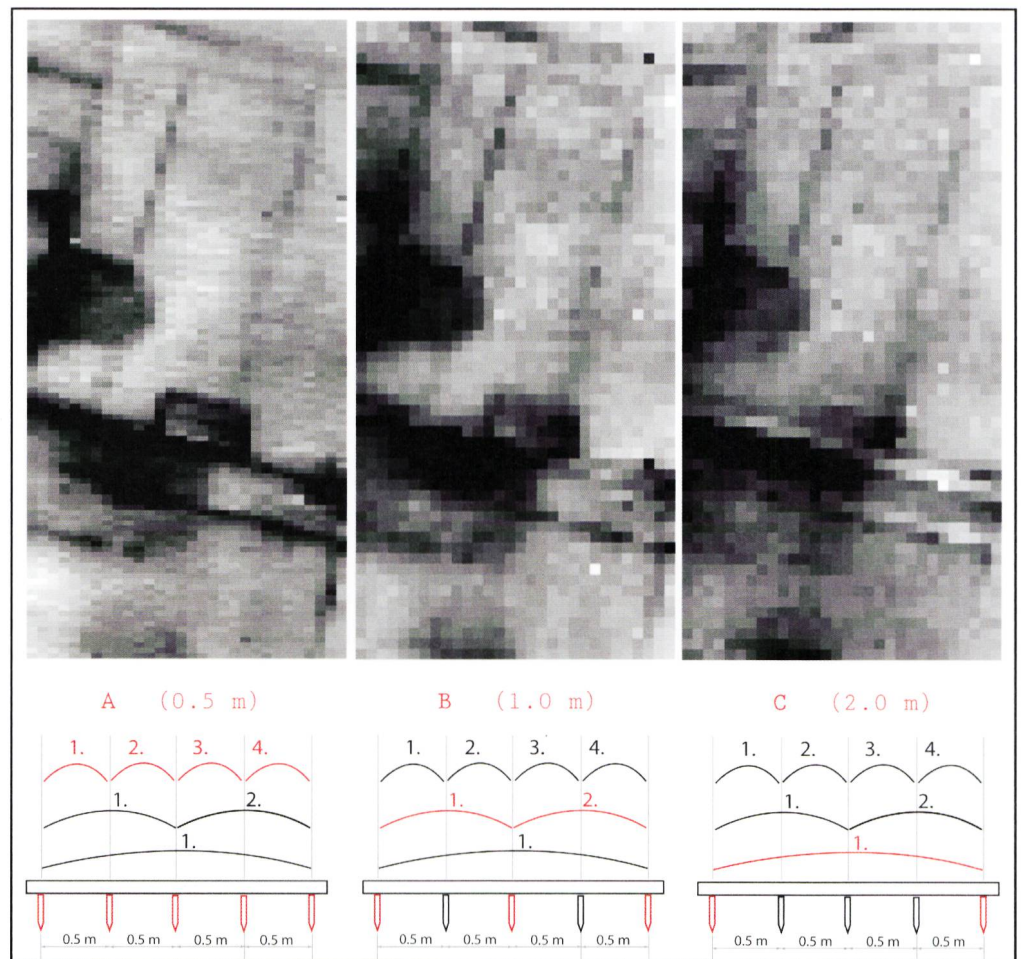
rials über die Veränderung der Spannung erfasst werden (Abb. 1). Der Widerstand wird in «Ohm» ( $\Omega$ ) ausgedrückt. Da sich die absoluten Widerstands-Werte nur geringfügig unterscheiden, werden nicht die gemessenen Werte (in Ohm) sondern der spezifische Widerstand für die Auswertung verwendet. Dieser entspricht der Differenz zu einem konstanten Wert (Referenzelektrodenpaar F1 und F2 in Abb. 1). Diese Werte, in Verbindung mit den exakten Positionen der Messelektroden (E1–E5 in Abb. 1), liefern die Rohdaten für die Visualisierung der Messergebnisse. Werden alle spezifischen Widerstandswerte als Grau- oder Farbtöne an ihren Positionen im Untersuchungsgebiet aufgezeichnet, entsteht ein Bild, welches Interpretationen über den Untergrund zulässt (z. B. Abb. 3).

### Datenerfassung – Durchlauf im Zig-Zag

In der Praxis erfolgt ein systematisches Vorgehen: Die Gesamtfläche wird in kleinere, gleichmässige Felder von  $30 \times 30$  m eingeteilt. Diese werden in 2 m breite, parallele Bahnen unterteilt und im Zig-Zag durchlaufen (Abb. 2). Das Messverfahren jedes Einzelfeldes wird analog an dessen linken unteren Ecke gestartet. Beim ersten Erfassungszyklus setzt die Messung unmittelbar bei Bodenkontakt, noch auf «Laufmeter 0» ein. Die fünf Messelektroden werden im Abstand von 0.5 m rechtwinklig zur Laufrichtung gesetzt, was der Bahnbreite von 2 m entspricht (Abb. 1). An dieser Ausgangs-Position wird in der Folge der erste Messzyklus zu sieben Messungen vorgenommen, bis ein akustisches Signal zur Fortsetzung in Laufrichtung weist. Danach wird die Messeinrichtung um 0.5 m in Laufrichtung versetzt und ein neuer Messzyklus initiiert, und so fort. Ein einzelner Zyklus besteht jeweils aus sieben Messungen, welche den in Abbildung 3 gezeigten Konfigurationen A, B und C entsprechen. Im «Intervall A» werden alle fünf, im Abstand von 0.5 m nebeneinander liegenden Elektroden jeweils als Elektrodenpaare gemessen. In der ersten Messung verläuft der Stromkreislauf von der ersten zur zweiten Elektrode. Der



**Abb. 2: Vorgehensweise bei der Datenerfassung. Siehe Text zur Erläuterung. Die  $30 \times 30$  m messenden Felder sind in weiss dargestellt. Jedes Feld wird im Zick-Zack entlang von 2 m-breiten Bahnen abgeschrieben (blau), die Erfassung startet jeweils an der unteren linken Ecke eines Feldes. Die beiden blau umrahmten Felder entsprechen dem in Abb. 3 dargestellten Bereich von  $30 \times 60$  m. Die dargestellten Ergebnisse entstammen einem in Italien, nahe der Stadt L'Aquila, durchgeführten Feldversuch mit anschliessend erfolgten stratigraphischen Ausgrabungen (SNF-Projekt Amiternum, bearbeitet nach BUSS (in Vorb.)). Die Fläche zeigt im Osten ein römisches Heiligtum mit dreiseitig umlaufendem Säulengang (porticus) und im Westen eine langgestreckte Thermenanlage mit mehreren, v.a. im Norden befindlichen halbrunden Badebecken.**



**Abb. 3:** Vergleichsbeispiel mit sich ändernder Auflösung und Eindringtiefe je nach Konfiguration (A, B oder C). (SNF-Projekt Amiternum, bearbeitet nach BUESS [in Vorb.]).

entstandene Erdwiderstand wird aufgezeichnet und die zweite Messung, deren Stromkreislauf von Elektrode zwei zu drei verläuft (zweites Elektrodenpaar), wird injiziert. Nach der vierten Messung mit 0.5 m-Distanz (Elektrodenpaar mit den Elektroden vier und fünf) ist die Bahnbreite von 2 m erreicht. Im «Intervall B» werden jeweils die 1 m weit auseinander liegende Elektrodenpaare 1 und 3 sowie 3 und 5 gemessen. Schliesslich wird der Erdwiderstand bei «Intervall C» nur zwischen den äusseren Elektroden (1 und 5) im Abstand von 2 m gemessen. Die Messzyklen werden in Laufrichtung weitergeführt, bis schliesslich 60 «Mess-Stationen» alle 0.5 m, bzw. eine Länge von 30 m erreicht ist (vgl. *Abb. 2*). Am Ende der Bahn wird das

Gerät um 180° gedreht, zur benachbarten, 2 m breiten Bahn verschoben und ab dort von neuem mit 60 Standpunkten zu sieben Messungen bis zum Ende der zweiten Bahn fortgefahren. Insgesamt bedarf es für ein 30 × 30 m Feld 15 im zig-zag abgeschrittene Bahnen zu 2 m Breite.

Mit der hier beschriebenen, vorgängig definierten Konfiguration werden für ein vollständiges Feld insgesamt 6300 Einzelmessungen vorgenommen. Dies klingt zwar nach einem dichten Netz und entspricht auch etwa dem vierfachen Wert von noch vor 10–15 Jahren erfolgten Geoelektrikprospektionen, doch bedarf es einer solchen Auflösung zur Erfassung kleinerer Strukturen oder Gruben. Während der erste Intervall (A) mit vier benachbar-

ten Messungen im Abstand von 0.5 m die maximale Auflösung bietet, wird mit «Intervall B» nur noch die halbe Datendichte (Auflösung) erreicht. Dafür vermögen die 1 m weit auseinander liegenden Elektroden mit ihrem Messfeld etwas tiefer in den Boden vorzudringen. Schliesslich besteht mit der siebten, zwischen den beiden äusseren Elektroden (2 m) vorgenommenen Messung die Möglichkeit, noch stärker verborgene Befunde zu erfassen, allerdings erneut zu Lasten der Auflösung (vgl. *Abb. 3*). Nach theoretischen Überlegungen müsste die jeweilige Erfassungstiefe analog dem Elektrodenabstand zunehmen, doch zeigt sich in der praktischen Anwendung keine lineare Zunahme: Die 0.5 m entfernten Elektrodenpaare in Konfiguration A erfassen Strukturen bis maximal 0.6/0.7 m Tiefe, während die Konfiguration B maximal 0.8 m weit unterhalb der Grasnarbe liegende Baustrukturen aufzeichnet. Die Konfiguration C, mit einem Messabstand von 2.0 m zwischen den Stromkreislauf-führenden Elektroden, erlaubt die Detektion von Befunden bis in eine Tiefe von ca. 1.0/1.2 m. Diese Angaben beruhen einerseits auf Ergebnissen anderer Forscher (vgl. ROURKE & GIBSON 2009, S. 67) und andererseits auf den im SNG-Projekt Amitemnum, mittels stratigraphischer Ausgrabungen verifizierten Werte (*Abb. 3*, BUSS [in Vorb.]<sup>1</sup>).

### Was vom Kiesabbau verschont blieb – Geoelektrikprospektion im römischen Vicus Petinesca bei Studen BE

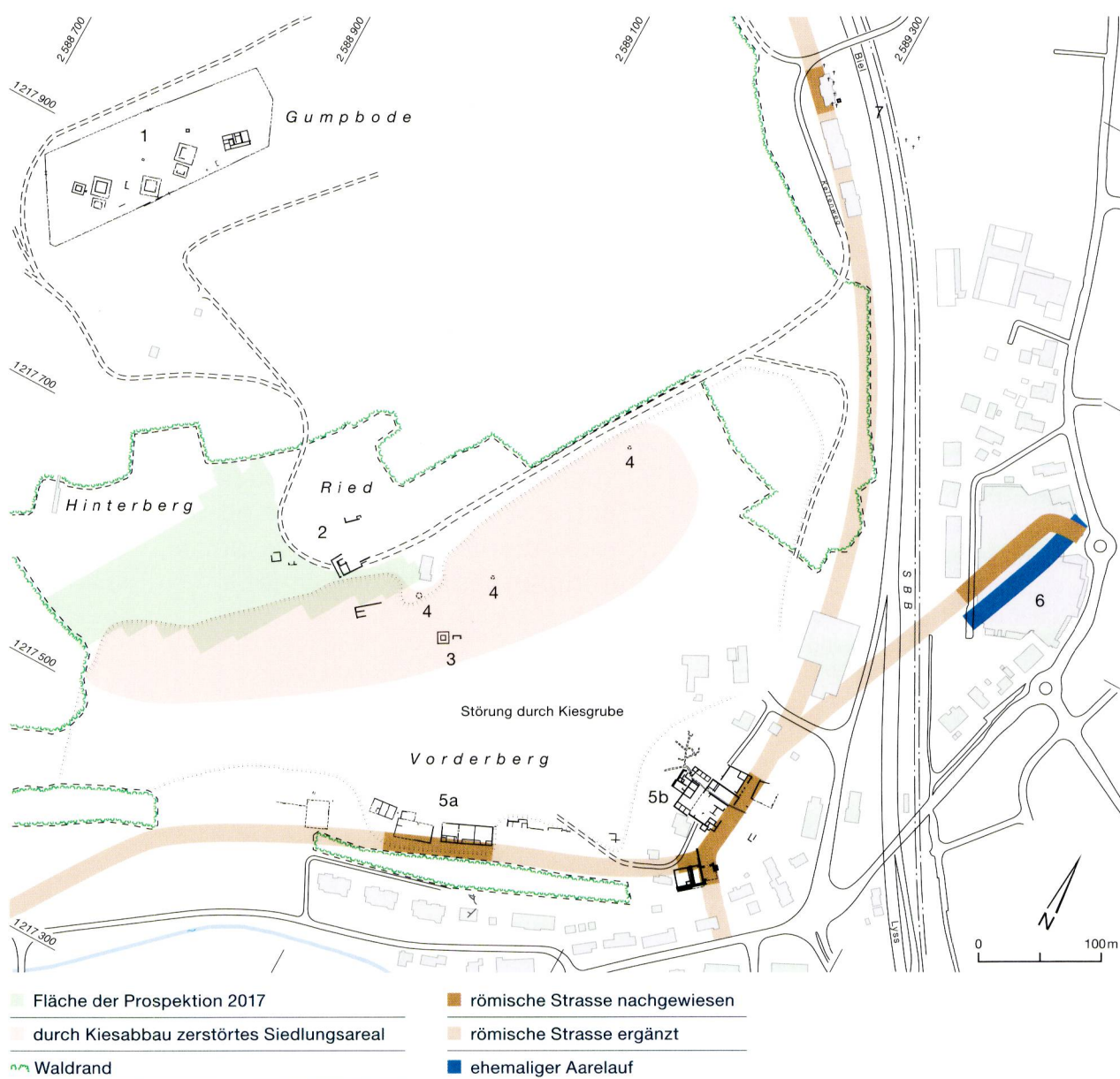
Mit Gewissheit geht der auf natürlichen Hangterrassen des Jäissbergs gelegene römische Vicus Petinesca auf eine keltische Siedlung zurück, doch ist von dieser nur sehr wenig bekannt. Es lässt sich eine fast vollständig von einem Wall-Graben-System umschlossene, eisenzeitlich genutzte Siedlungsfläche fassen, doch fehlen Grabungsbefunde aufgrund der dichten Bewaldung. Im Gegensatz dazu war die nachfolgende

römische, im Kernbereich deutlich tiefer liegende Siedlung, stärker der modernen Bau- und Abbautätigkeit ausgesetzt. Vor allem dem seit dem 19. Jh. am südöstlichen Ausläufer des Jäissbergs betriebenen Kiesabbau fielen wesentliche Teile des «Oberdorfs», in der Flur Hinderberg-Ried, undokumentiert zum Opfer. Die im Ried bereits um 1830 ausgegrabenen drei Gebäudeteile scheinen dabei nicht zur Erkenntnis geführt zu haben, dass sich dem gesamten Südosthang entlang eine römische Siedlung erstreckt (*Abb. 4*).

### «Vor allem dem seit dem 19. Jh. am südöstlichen Ausläufer des Jäissbergs betriebenen Kiesabbau fielen wesentliche Teile des «Oberdorfs», undokumentiert zum Opfer.»

So waren es v.a. die Kiesabbautätigkeiten, welche die wortwörtliche Erfassung antiker Bausubstanz prägten und bestimmten. Mit der 1975 erfolgten Unterschutzstellung konnte weiterer Schaden begrenzt werden. Heute verfügt die Forschung über gute Kenntnisse zur Entwicklung und Anlage dieses Siedlungsteils (vgl. ZWAHLEN ET AL. 1995, ZWAHLEN ET AL. 2002, BACHER ET AL. 2006, ZWAHLEN ET AL. 2007). Am Fusse des Jäissbergs im Unterdorf, westlich der 1898 bis 1904 untersuchten Torturmanlage (*Abb. 4*; Nr. 5) und Mansio, wurde ein Wohnquartier (Vorderberg) ausgegraben. An höchster Stelle in der Flur «Gumpbode» liegt – heute inmitten von dichtem Wald – der Heiligtumsbezirk mit insgesamt sechs gallorömischen Umgangstempeln, mehreren Kapellen sowie einem sogenannten Mehrzweckgebäude (*Abb. 4*; Nr. 1). Der südöstliche Ausläufer des Jäissbergs wurde bis ungefähr auf mittlere Höhe systematisch im Zuge der Kiesgewinnung abgebaut, auch das ausgegrabene «Unterdorf» fiel dem Abbau letztlich vollständig zum Opfer.

<sup>1</sup> Sowohl im Projekt Amitemnum wie auch im unten diskutierten Projekt in Studen-Petinesca wurde eine GeoscanRM-15/85 zur Datenerfassung eingesetzt.



**Abb. 4: Gesamtplan von Studen-Petinesca. 1 Tempelbezirk Gumboden; 2 Oberdorf, Befunde 1848, 1939; 3 Oberdorf, Tempel Ried; 4 Oberdorf, isolierte Befunde und Einzelfunde; 5 Unterdorf mit Quartier Vorderberg, «Mansio» und Torturmanlage; 6 Wydenpark, Aarelauf mit Dammanlage, Strasse und Brücke; 7 Gräberfeld Keltenweg/Römermatte. (Bildnachweis: Archäologischer Dienst des Kantons Bern, Bundesamt für Landestopografie/swisstopo, Plangrundlage; Bearbeitung durch ZWAHLEN ET AL. 1995, Abb. 5; grafische Überarbeitung Cornelia Schlup)**

### Geoelektrik vor dem Überschütten

Mit einer Zweitverwendung des ehemaligen Kieswerkareals stand die Gewichtung von «Nutzung» gegenüber «Erforschung» der antiken Siedlung erneut zur Disposition: Da die seit mehreren Jahren nur noch als

Inertstoffdeponie verwendete ehemalige Kiesgrube Petinesca AG allmählich an ihre Kapazitätsgrenze zu stossen drohte, wurde der Archäologische Dienst Bern 2009 in die Neuplanung miteinbezogen. Diese sah die teilweise Überschüttung des römischen Siedlungsgebiets vor, welche das natürliche

Relief und die antike Siedlungstopographie verändert hätte. Diese Massnahme würde zwar einerseits die weitere Erforschung der antiken Befunde erschweren, bringt aber den positiven Nebeneffekt, dass das Gelände nicht übermässig ummodelliert wird und gleichzeitig eine Schutzschicht über den archäologischen Strukturen zu liegen kommt. Unter der Auflage, einen Teil des unter Schutz stehenden Areals mit sauberem Erdmaterial in einer Stärke von maximal 2.0 m überschütten zu lassen, stimmte der Archäologische Dienst des Kantons Bern schliesslich zu. Im Vorfeld dieser Massnahme wurde im Juli 2017 eine Fläche von rund 2 ha mittels Geoelektrik untersucht. Dabei waren dem Archäologischen Dienst Bern zwei Punkte besonders wichtig: Einerseits sollte eine mögliche, noch ungestörte Fortsetzung des römischen Quartiers Oberdorf vor der Überdeckung erkannt und mittels Geoelektrik erfasst werden, andererseits sollte eruiert werden, bis wie weit der dort bis 1976 erfolgte Kiesabbau – dessen Grenzverlauf nur anhand von historischen Luftbildern ungefähr gefasst wurde – antike Befunde zerstört hatte. Ähnlich wie der geologische Untergrund, dürfte auch die Wiederaufschüttung ihre Spuren im Boden hinterlassen haben. Wie oben dargelegt, eignen sich geoelektrische Widerstandsmessungen zum Aufspüren nicht allzu tief verborgener fester Mauerfundamente, verfüllter Grabenstrukturen sowie auch zur Darstellung natürlicher Kiesbänder und Festkörper (Felsrippen).<sup>2</sup> Mit den frei begehbaren, nicht intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen und den noch nicht allzu stark ausgetrockneten Wiesen boten sich Ende Juni 2017 ideale Untersuchungsbedingungen.

### Abruptes Ende der römische Siedlung an der Abbaukante

Bereits die unbearbeiteten Rohdaten der dreitägigen Prospektion zeigen die erhoffte Fortsetzung des römischen Vicus, ein kleinteiliges, vermutlich einem Strassenzug entlang ausgerichtetes Quartier. Zudem zeigt sich ein markanter Kontrast zwischen heller dargestellten Partien im Südosten und dunklen Flächen im Nordwesten (*Abb. 5*). Diese kontrastierenden Flächen verweisen vermutlich auf unterschiedlich stark verdichtete Untergründe, und die erkennbare

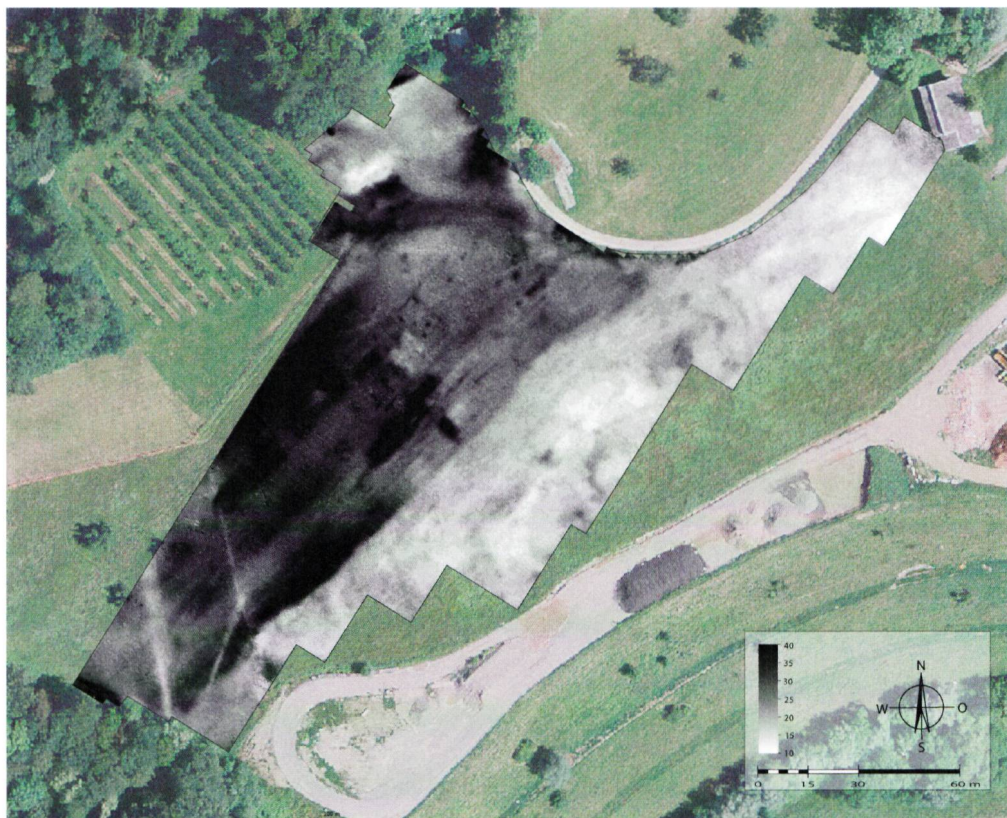
«Bereits die unbearbeiteten Rohdaten der dreitägigen Prospektion zeigen die erhoffte Fortsetzung des römischen Vicus.»

Grenzlinie (*Abb. 7, Nr. 2*) dürfte den Übergang von unberührtem Kulturland zur wiederaufgeschütteten Kiesgrube markieren. Insgesamt lassen sich mindestens drei bis vier Befundgruppen unterscheiden: Zum einen die im Südosten fast die Hälfte des Messbereichs einnehmende helle Fläche (*Abb. 7; Nr. 2*), welche von vereinzelt dunklen Schatten zerschnitten wird. Dabei handelt es sich mit Sicherheit um die im Zuge der Kiesgewinnung gestörte und im Anschluss wiederaufgeschüttete Hangpartie. Andererseits den ab dieser markanten Linie im nordwestlichen Teil erkennbaren, etwas dunkleren Hintergrund, welcher noch den ursprünglichen Boden charakterisiert. Ferner vier moderne, sich als helle Linien abzeichnende Gräben (*Abb. 7; Nr. 1*), bei denen es sich um die Wasserleitungen vom höher gelegenen Reservoir sowie um Kommunikationslinien zwischen einem Schiess- und Scheibenstand<sup>3</sup> handelt. Als

<sup>2</sup> Gewiss hätten auch die beiden komplementären Messverfahren Geomagnetik und Bodenradar erfolgsversprechende Ansätze geliefert, doch entsprechen elektrische Widerstandsmessungen in idealer Weise den in Studen-Petinesca geforderten Umständen.

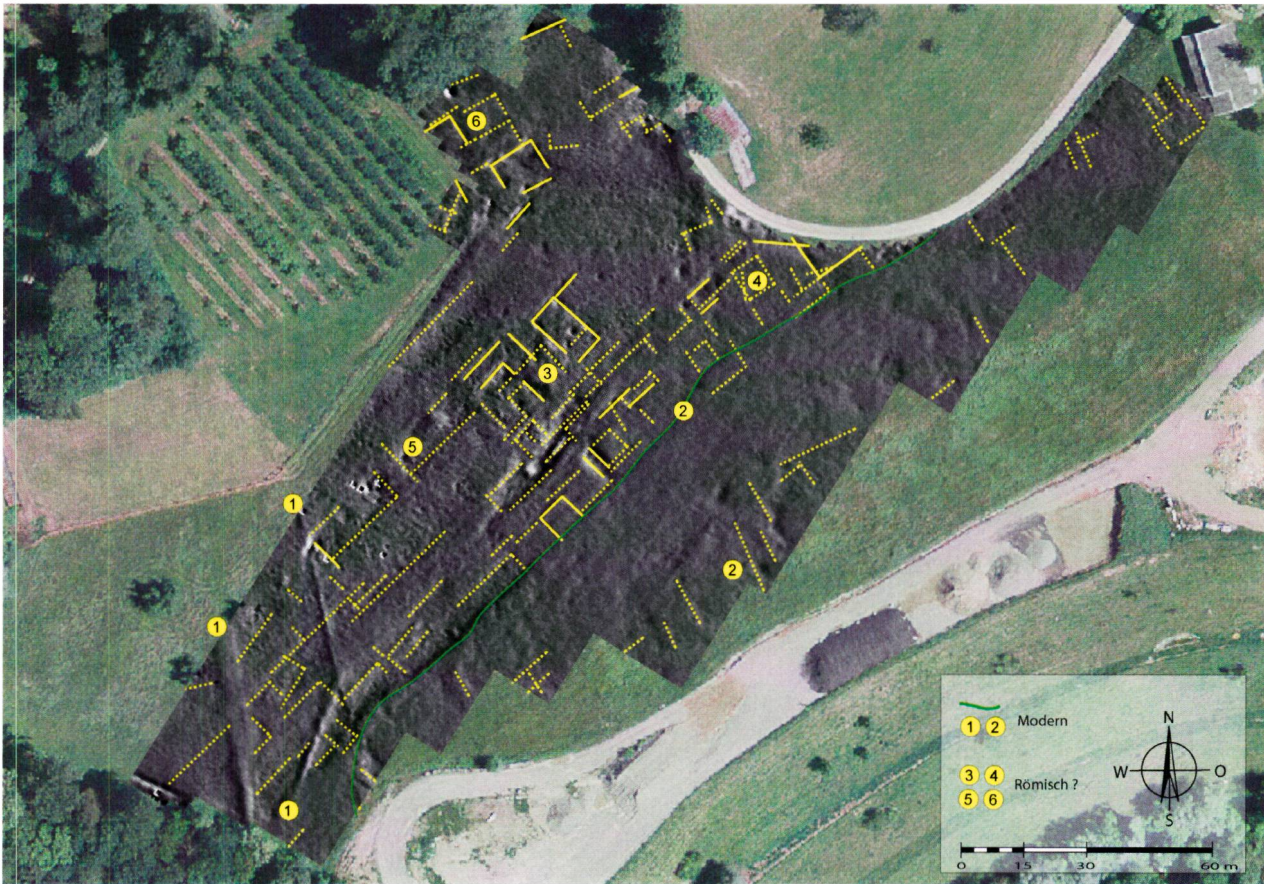
<sup>3</sup> Die obere Hälfte der untersuchten Fläche liegt zwischen Schützenhaus und Kugelfang.

**Abb. 5:** Studen-Petinesca, Ergebnisse der geoelektrischen Prospektion: Rohdaten über Orthofoto. Hohe Messwerte dunkel, niedrige hell. Besonders markant zeichnet sich der südöstliche Abschnitt im Bereich der modernen Wiederaufschüttung ab, daneben sind zahlreiche römische Befunde als orthogonale dunkle Linien und Flächen erkennbar. (Bildnachweis: Flugaufnahme Bundesamt für Landestopografie/swisstopo, Plangrundlage: grafische Bearbeitung M. Buess)



**Abb. 6:** Studen-Petinesca, Ergebnisse der geoelektrischen Prospektion: Relief-Darstellung über Orthofoto. Mittels Variation von Richtung und Einfallswinkel verändert sich der von erfassten Befunden gebildete Schattenwurf, wodurch gewisse Details nuanciert werden können. (Bildnachweis: Flugaufnahme Bundesamt für Landestopografie/swisstopo, Plangrundlage: grafische Bearbeitung M. Buess)





**Abb. 7: Studen-Petinesca, Interpretative Umzeichnung der im Resistogramm erkennbaren Strukturen vor dem Hintergrund der gefilterten Ergebnisse: Bei Nr. 1 und Nr. 2 handelt es sich mit Sicherheit um rezente Leitungsgräben bzw. die Abbaugrenze, während Nr. 3–6 aufgrund der orthogonalen Ausrichtung verborgene römische Befunde aufzeigen dürften. (Bildnachweis: Flugaufnahme Bundesamt für Landestopografie/swisstopo, Plangrundlage: grafische Bearbeitung M. Buess)**

Kontrast dazu erscheinen im Erdreich verborgene «Materialien» fester Substanz, die den elektrischen Strom nur gering oder gar nicht leiten, markant dunkler. Mit diesen Strukturen dürften hangparallele Felsrippen oder allenfalls stärker komprimierte Terrassenbereiche erfasst worden sein. Ebenfalls zeichnet sich im Norden der regelmässig mit schweren Landmaschinen befahrene Feldweg ab, welcher vom heutigen Keltenweg den Hang diagonal querend zur weiter westlich gelegenen Obstbauplantage verläuft. Und schliesslich lassen sich mehrere, noch deutlicher begrenzte, dunkle Flächen, die von feinen hellen Linien begleitet und eingerahmt werden, erkennen. Hier kann ein natürlicher Ursprung ausgeschlossen werden, es muss

sich um Reste von im Boden verborgenen römischen Gebäuden handeln, die sich möglicherweise beidseitig eines hangparallel verlaufenden Weges aufreihen. Die nordöstliche Fortsetzung dieser Bauten wurde bereits in Grabungen (Abb. 4; Nr. 2) angeschnitten und dokumentiert. Ganz im Norden der Untersuchungsfläche konnte ein Baukomplex mit offensichtlich leicht anderer Orientierung partiell erfasst werden. Das Vorhandensein von mindestens drei bis vier Gebäuden (Abb. 7, Nr. 3–6) zeigt sich etwas deutlicher innerhalb der gefilterten, als Relief dargestellten Messdaten (Abb. 6). In dieser Darstellungsart lassen sich die mutmasslichen Mauern bzw. Fundamente als feine Erhebungen mittels optimiertem Schattenwurf abbilden, während die

flächenhafte dunkle Überlagerung (hohe Messwerte) unterdrückt werden kann.<sup>4</sup>

Mit der Lokalisierung zusätzlicher, bisher noch nicht bekannter antiker Gebäudestrukturen, dürfte auch die Frage nach einer möglichen ungestörten Fortsetzung des römischen Quartiers Oberdorf beantwortet sein, doch geben die Prospektionsergebnisse zum Zustand der im Boden verborgenen Befunde nur wenig Auskunft:<sup>5</sup> Vermutet werden darf aber, dass mindes-

der aktuellen landwirtschaftlichen Nutzung. Erfolgt die Datenakquisition parallel zu den Gebäudestrukturen, kann dies eine Interpretation der Messdaten erschweren. Aus diesem Grund wurden die antiken Strukturen nach Möglichkeit in einem schiefen Winkel erfasst. Neben eindeutigen Merkmalen wie dem markanten Kontrast zwischen ungestörtem Untergrund und der Wiederaufschüttung (*Abb. 7; Nr. 2*) sowie den als orthogonale dunkle Strukturen erkennbaren, verborgenen, römischen Bauten (*Nr. 3*) wie auch den hellen modernen Gräben (*Nr. 1*), zeigen sich weniger klar deutbare Anomalien: Die langen, feinen, parallel zu den römischen Bauten verlaufenden Linien lassen sich nicht eindeutig als antike römische oder heutige landwirtschaftliche Befunde deuten. Auch die fleckenhaften dunklen Schatten (*Abb. 7, nördlich Nr. 5 und 3*) könnten sowohl den geologischen Untergrund als auch antike Zerstörungshorizonte widerspiegeln. Nicht ausgeschlossen ist zudem, dass in grösserer Tiefe anstehende Strukturen mittels Geoelektrik nicht erfasst wurden.

Insgesamt liefern die erfolgten elektrischen Widerstandsmessungen ohne invasive Eingriffe (Grabung) einen erheblichen Zugewinn an Informationen. Neben der für die weitere Planung wichtigen Grenzlinie zwischen weitgehend ungestörten Bereichen und vom Kiesabbau abgetragenen Flächen, liefern die Daten substantielle Hinweise über noch im Erdreich verborgene antike Befunde. Auf dieser Grundlage kann die angestrebte sorgfältige Überdeckung aus archäologischer Sicht gutgeheissen werden. Es liegen nun eindeutige Anhaltspunkte für zukünftige, gezielte Untersuchungen vor, welche ausschliesslich durch Ausgrabungen erfolgen können.

### «Obwohl die Geoelektrik die gewünschten Resultate lieferte, war die Interpretation der unterschiedlichen Anomalien manchmal eine Herausforderung.»

tens hangseitig noch substantielle Reste von Fundamenten oder sogar aufgehendem Mauerwerk erhalten sind, während die Gebäude auf der Terrassenebene durch die landwirtschaftliche Nutzung weitgehend zerstört sind. Einzelne Mauerzüge scheinen nur als beraubte Fundamentgräben überdauert zu haben, wie feine Linien etwas hellerer Färbung (niedrige Messwerte) vermuten lassen.

#### **Geoelektrik: Resultate mit Interpretationsbedarf**

Obwohl die Geoelektrik die gewünschten Resultate lieferte, war die Interpretation der unterschiedlichen Anomalien manchmal eine Herausforderung. Komplizierend wirkt zum Beispiel eine ähnliche oder gar identische Ausrichtung antiker Befunde und moderner Eingriffe, Fahrwegen oder

4 Mit Werten von 15–40 Ohm widerspiegeln die Messungen eine geeignete Unterlage, wobei das von Bebauung frei gebliebene Wiesland charakteristische Werte um 27 Ohm aufweist, während im Bereich der Wiederaufschüttung der Widerstand durchschnittlich 17 Ohm beträgt. Die mutmasslichen archäologischen Befunde zeigen deutlich höhere Erdwiderstände von 36 Ohm.

5 Bei einem vergleichbaren Messeinsatz im Kanton Luzern zeigte sich die als eiszeitliche Moräne identifizierte natürliche Geologie als dunkles amorphes Band, während die römischen Mauerfundamente durch feine dunkle Linien erkennbar waren. Eine im Rahmen eines Lehrprojekts erfolgte, punktuelle Ausgrabung erbrachte schliesslich die Befundbestätigung (vgl. LAWRENCE 2015).

Neben den elektrischen Widerstandsmessungen würden für grossflächige Areale auch die geomagnetische Prospektion sowie für kleinteiligere, komplexe Fragestellungen das Bodenradar geeignete nicht-invasive Methoden darstellen. Jedes der drei Messverfahren detektiert unterschiedliche geophysikalische Anomalien, weshalb eine Kombination die Ideallösung darstellen würde. Sogenannte Multimethoden-surveys lassen sich jedoch oft nur im Rahmen von drittfinanzierten Forschungsprojekten realisieren.

## Verdankungen

Einen herzlichen Dank gebührt Ruedi Zwahlen vom Archäologischen Dienst des Kantons Bern! Für seinen Einsatz im Feld sowie für die äusserst hilfreichen Hinweise und dem Lektorat dieses Beitrags.

## Literatur

- BACHER, R., BROMBACHER, C., BÜTTIKER-SCHUMACHER, E., CUENI A., FREY-KUPPER, S. und ULRICH-BOCHSLER, S. (2006), Das Gräberfeld von Petinesca. Petinesca Bd. 3, Schriftenreihe der Erziehungsdirektion des Kantons Bern, Herausgegeben vom Archäologischen Dienst des Kantons Bern.
- M. BUSS, Amiternum. Untersuchungen zur Siedlungs- und Wirtschaftsstruktur im zentralen Abruzzenraum 1. Ergebnisse der Prospektionen und Ausgrabungen 2005 bis 2012. Herausgegeben von M. Heinzlmann (2018 oder 2019)
- LAWRENCE, A. K. (2015) Die römische Villa von Buchs LU-Chammeren. Jahrbuch Archäologie Schweiz 98, 125–135.
- O'ROURKE, T. and P. J. GIBSON, P.J. (2009) Geophysical investigation of the Environs of Rattin Castle Tower House, County Westmeath, Ireland. Arch. Prospection 16, 65–75.
- ZWAHLEN, R., BÜTTIKER-SCHUMACHER, E. und KOENIG, F. E. (1995) Vicus Petinesca – Vorderberg. Die Holzbauphasen, 1. Teil. Petinesca Bd. 1, Schriftenreihe der Erziehungsdirektion des Kantons Bern, Herausgegeben vom Archäologischen Dienst des Kantons Bern.
- ZWAHLEN, R., BÜTTIKER-SCHUMACHER, E. und FREY-KUPPER, S. (2002) Vicus Petinesca – Vorderberg. Die Holzbauphasen, Petinesca Bd. 2, Schriftenreihe der Erziehungsdirektion des Kantons Bern, Herausgegeben vom Archäologischen Dienst des Kantons Bern.
- ZWAHLEN, R., FREY-KUPPER, S., GRUNDBACHER, B., HÜSTER PLOGMANN, H. KLEE, M., SCHLUMBAUM, A., STOPP, B. und WICK, L. (2007) Vicus Petinesca – Vorderberg. Die Ziehbrunnen, Petinesca Bd 4, Schriftenreihe der Erziehungsdirektion des Kantons Bern, Herausgegeben vom Archäologischen Dienst des Kantons Bern.

## Manuel Buess



Manuel Buess studierte Archäologie und Geschichte an der Universität Bern, wo er 2009 mit der Lizentiatsarbeit über eine im heutigen Andalusien gelegene, iberorömische Stadt das Studium in Klassischer Archäologie abschloss. Seine Dissertation führte ihn thematisch wiederum in den Süden, diesmal in das Hochgebirge des Apennins, wo ein bis zu diesem Zeitpunkt noch kaum erforschtes römisches Handelszentrum in den sechs nachfolgenden Jahren erstaunliche Erkenntnisse preisgeben sollte. Die institutionelle Anbindung an die Uni Köln bot ihm gute Gelegenheiten, sich zu vernetzen. In Köln baute Manuel Buess das dortige Archäo-Geophysik-Team mit auf und nutzte die Möglichkeit an vielfältigen Projekten mitzuwirken. Die strenge Schlussphase seiner Promotion wurde ihm und seiner jungen Familie (ab Sommer 2013) durch einen einjährigen Aufenthalt am Istituto Svizzero di Roma versüsst. Nach der Rückkehr nahm er vermehrt Aufträge und Mandate für geophysikalische Prospektionen an – eines seiner Interessengebiete – wobei er an leistungsfähigeren elektrischen Widerstandsmessungen experimentierte. Seit 2017 arbeitet Manuel Buess zusätzlich für die Kantonsarchäologie Aargau, wo er auch wieder etwas häufiger die Gelegenheit für kurze Ausgrabungen erhält.