

Archäologisch-geophysikalische Prospektion auf der Monterburg bei Kalkar, Kreis Kleve

**Magnetometer- und Bodenradarprospektion
vom 01.02. bis 05.02.2022**

Abschlussbericht

Projekt: Monterburg,
archäologisch-geophysikalische Prospektion

Im Auftrag von: Monterburg e. V. - Gesellschaft zur Erforschung und
denkmalgerechten Erhaltung der Monterburg,
z. H. Heinz J. Graf
Gocher Feld 10
47546 Kalkar

Auftrag vom: 14.06.2021

Nachforschungs- Kreisverwaltung Kleve, Fachbereich Zentrale Verwaltung,
genehmigung: Abt. Schule und Kultur, Schwerbehindertenausweise,
Nassauerallee 15 - 23, Kleve,
AZ. 1.3 – 41 40 03 (2021-22) vom 01.07.2022

Büro Marburg:

Benno Zickgraf M.A.

Friedrichsplatz 9

35037 Marburg

F o n / F a x :

06421-924614/15

Zickgraf@pzp.de

w w w . p z p . d e

Inhaltsverzeichnis

INHALT DATEN-LINK.....	3
1 AUFGABE	4
1.1 AUFTRAGGEBER	4
1.2 AUFGABENSTELLUNG	4
1.3 GELÄNDESITUATION UND ZUSTAND DER FLÄCHEN	4
2 DARSTELLUNG UND INTERPRETATION	6
2.1 ZUR DARSTELLUNG DER MESSWERTE DER MAGNETOMETERPROSPEKTION.....	6
2.2 ZUR DARSTELLUNG DER MESSWERTE DER BODENRADARPROSPEKTION	7
2.3 ZUR INTERPRETATION GEOPHYSIKALISCHER MESSERGEBNISSE	7
3 ARCHÄOLOGISCHE BEWERTUNG	9
4 ANHANG.....	12
4.1 METHODE, MESSGERÄTE UND MESSVERFAHREN	12
4.1.1 MAGNETOMETERPROSPEKTION.....	12
4.1.2 BODENRADARPROSPEKTION.....	12
4.2 GEODÄTISCHE VERMESSUNG.....	13
4.3 PLANGRUNDLAGEN.....	14
4.4 DURCHFÜHRUNG	14
5 ABBILDUNGEN	15

Inhalt Daten-Link

☰ Monterburg Geophysik 02 2022 Abschlussbericht PZP.pdf

📁 Abbildungen einzeln PDF

📁 Bodenradarprospektion

📁 Messdaten GRD und TXT

📁 Tiefenscheiben TFW

📁 Magnetometerprospektion

📁 Messdaten GRD und TXT

📁 Messwertbereiche TFW

📁 Interpretation DXF SHP und TFW

📁 Umriss und Hindernisse DXF und SHP

1 Aufgabe

1.1 Auftraggeber

Am 14.06.2021 beauftragte die Monterburg e. V. – Gesellschaft zur Erforschung und denkmalgerechten Erhaltung der Monterburg, vertreten durch Herrn Carsten van Dornick, die Berichtersteller mit der Durchführung einer Magnetometer- und einer Bodenradarprospektion im Bereich der Monterburg bei Kalkar im Kreis Kleve.

1.2 Aufgabenstellung

Ziel der Untersuchung war die Lokalisierung von obertägig nicht sichtbaren, archäologischen Befunden, die zum ehemaligen Baubestand der mittelalterlichen Monterburg, die Mitte des 17. Jahrhunderts abgebrochen wurde, gehören könnten.¹ Ein weiteres Ziel war die Klärung der Frage, ob es mit Hilfe der Geophysik möglich ist, im Bereich der heutigen Hofzufahrt den Nachweis eines Torhauses der Burganlage erbringen zu können. Aufgrund der zu erwartenden, heterogenen Befundlage aus Steinbefunden, Ziegelbauten und Leitungen, aber auch aus verfüllten Graben- bzw. Grubenbefunden, wurde eine kombinierte Vorgehensweise aus Magnetometer- und Bodenradarprospektion als zielführend erachtet. Dabei wurde zuerst eine Magnetometerprospektion auf einer Gesamtfläche von 8.246 m² durchgeführt. Anschließend, nach einer ersten Sichtung der Messdaten der Magnetometerprospektion, wurden die Flächen für die Bodenradarprospektion festgelegt. Mit dem Bodenradar wurde dabei eine Gesamtfläche von 6.364 m² untersucht. Die Untersuchungsergebnisse sollen als Basis für eine denkmalpflegerische Bewertung des Messareals sowie als Grundlage für weitere denkmalgerechte Forschungsaufgaben im Bereich der Monterburg dienen.

1.3 Geländesituation und Zustand der Flächen

Die Untersuchungsflächen liegen auf einer spornartigen Ausbuchtung der nordöstlichen Flanke des Monreberges auf Höhen von etwa 58 m bis 68 m ü. NHN (Abb. 1 und 2). Im Zentrum dieser Hochfläche befindet sich heute eine Geländeerhebung mit einem Wasserhochbehälter. Südsüdwestlich davon grenzt die Bebauung eines Gehöftes an.

Die Hauptmessfläche (**M Nord bzw. R Nord**) umfasst ein gemähtes Wiesengelände nördlich des Gehöftes, das in einem halbkreisförmigen Bogen um die Erhebung des Wasserhochbehälters zieht. Die Oberfläche fällt dabei, teils terrassenartig, in Richtung Nordwest über Nord und Nordost ab. Zum Wasserhochbehälter hin endet die Messfläche an einem Metallzaun. Die äußeren Flächenränder werden von bewaldeten Arealen bestimmt. Hindernisse in diesem Flächenteil für die Magnetometerprospektion stellen lediglich einige wenige Holzmasten dar, ein weiteres Hindernis am nordöstlichen Rand bildet ein einzelner stehender Baum. Störungen sind für diese Messfläche durch die angrenzende Bebauung (Zäune, Hof, Hochbehälter mit befestigter Zufahrt) zu erwarten. Des Weiteren sollen Leitungen vom Hochbehälter aus durch diesen Teil der Messfläche führen. Zudem sind an den o. g. Holzmasten Metallanker vorhanden. Aufgrund von Aussagen des Hofbesitzers sind für den Monreberg mit Kampfhandlungen und Beschuss im 2. Weltkrieg zu rechnen.²

¹ Vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/Burg_Monterburg.

² Freundliche Mitteilung von Herrn Heyers, Monreberg 3, 47546 Kalkar.

Mit einem Abstand von ungefähr 25 m liegt die Fläche **M Südost** auf einem nach Osten gerichteten Spornabschnitt inmitten eines Waldstücks mit altem, hochstehendem Baumbestand. Dieser Flächenteil liegt östlich des Gehöfts direkt an eine beim Bau des Hochbehälters angelegten Abraumhalde. Das Gelände wurde vor der Untersuchung soweit möglich berräumt. Lediglich die Baumstandorte stellten Hindernisse für die Prospektion dar. In der nördlichen Hälfte der Messfläche sowie am südlichen Rand des Plateaus führt ein unbefestigter Fußweg durch das Messareal. Obertägig waren keine Hinweise auf Störungen in diesem Teil des Untersuchungsgeländes zu erkennen.

Eine weitere, kleine Messfläche (**R Südwest**) befindet sich im Bereich der Hofzufahrt unmittelbar südlich der Hofbebauung. Das Areal erstreckt sich über einen weitgehend asphaltierten und von Wiesenflächen flankierten Zufahrtsweg. Auf der nördlich davon gelegenen Wiese stehen einige Ziersträucher. Südlich der Fahrbahn stellen ein Pfosten mit Briefkasten sowie ein Verkehrsschild und ein Mast Hindernisse dar. Im Norden reicht das Areal bis auf eine geschotterte Zufahrt. Da dieses Areal nur mit dem Bodenradar untersucht wurde, stellten die moderne Infrastruktur und Bebauung keine Störquellen dar. Es muss jedoch mit Leitungsverläufen gerechnet werden.

Der geologische Untergrund des Prospektionsgeländes liegt im Bereich einer Stauchmoräne aus Kies und Sand, teils auch aus Schluff und Ton).³

³ Geologische Übersichtskarte 1:100.000 (www.geoportal.nrw).

2 Darstellung und Interpretation

2.1 Zur Darstellung der Messwerte der Magnetometerprospektion

Bei den Abbildungen der magnetischen Messwerte handelt es sich um ungefilterte Graustufenendarstellungen der Rohdaten (Abb. 3A und 4), abgesehen von linearen Skalenverschiebungen, wie z. B. dem Ausgleichen von Geräteschwankungen. Dabei werden in einem bestimmten Intervall von Messwerten die höchsten Werte weiß und die tiefsten schwarz dargestellt. Alle Werte dazwischen erhalten entsprechende Grauwerte.

Die höchsten und tiefsten Messwerte werden zumeist von modernen Störungen hervorgerufen. Die von ihnen verursachten Messwerte sind um ein Vielfaches größer als solche, die durch archäologische Befunde hervorgerufen werden. Wird der gesamte Messwertebereich auf die beschriebene Weise in Graustufen umgesetzt, so stehen für den archäologisch relevanten Bereich nur wenige Graustufen zur Verfügung. Aus diesem Grund wird vor der Umwandlung der Messdaten in ein Bild der Messwertebereich ausgewählt, der die interessierenden Strukturen enthält. Nur die Werte dieses Bereiches werden in Graustufen umgewandelt, alle über dessen oberer Grenze liegenden Messwerte werden weiß, alle unter der unteren Grenze liegenden schwarz dargestellt. Für die Ergebnisse der Magnetometerprospektion wurden unterschiedliche Messwertebereiche dargestellt (Abb. 3A und 4)⁴, um so die im Bild zu erkennenden Befunde ihrer Stärke nach differenzieren zu können, was z. B. die Beurteilung von Anomalien mit sehr geringer oder sehr hoher Intensität erleichtert.

Befindet sich das Messgerät über einem Störkörper, so wird es einen im Vergleich zum Mittelwert des gesamten Geländes erhöhten oder verminderten Wert speichern. Auf diese Weise erscheinen die Störkörper in der bildlichen Darstellung als helle oder dunkle Bereiche, die als Anomalien bezeichnet werden. Verfüllte Gruben etwa erhöhen die Messwerte in ihrer unmittelbaren Umgebung zumeist leicht. Sie erscheinen daher in der bildlichen Darstellung als helle Flecken, d. h. als positive Anomalie. Zur Interpretation der Prospektion ist grundsätzlich zu bemerken, dass die Anomalien größer sind als die sie hervorrufenden Störkörper. Dabei nimmt die Größe der Anomalie mit der Entfernung des Störkörpers zum Messgerät zu, während ihre Intensität abnimmt. Sehr starke Anomalien weisen zudem eine Dipolstruktur auf, d. h. sie besitzen neben einem größeren positiven (hellen) einen kleineren negativen (dunklen) Teil. Beide Teile gemeinsam sind das Abbild des im Boden liegenden Störkörpers.

⁴ Auf der beigelegten CD befinden sich die Messwertbereiche als Geotif-Dateien.

2.2 Zur Darstellung der Messwerte der Bodenradarprospektion

Da die Datenaufnahme bei der Bodenradarprospektion entlang von Profilen erfolgt, die in einem geringen und regelmäßigen Abstand voneinander liegen, lassen sie sich zu einem Datenwürfel zusammensetzen, aus dem wiederum sogenannte Zeit- oder Tiefscheiben⁵ berechnet werden können. Damit können die Bezüge zwischen den einzelnen Profilen in ihren dreidimensionalen Zusammenhängen visualisiert sowie horizontale Scheiben in bestimmten Tiefen dargestellt werden, um auf diese Weise Informationen zu tiefenabhängigen Änderungen erkannter Strukturen zu erhalten. Die Tiefenangaben beziehen sich dabei auf die Oberfläche des jeweiligen Geländeabschnittes, ein Umstand, der bei Höhenunterschieden innerhalb der Messfläche beachtet werden muss.

Bei der Darstellung der Tiefscheiben (Abb. 3B-D, 5 und 6) handelt es sich um Graustufendarstellungen. Dabei werden in einem bestimmten Intervall von Messwerten die höchsten Werte weiß und die tiefsten schwarz dargestellt. Alle Werte dazwischen erhalten entsprechende Grauwerte.

Befindet sich die Radarantenne über einem Reflektor, so wird eine im Vergleich zum Mittelwert des gesamten Areals verstärkte oder verminderte Amplitude registriert. Auf diese Weise erscheinen die Reflektoren nach dem Datenprocessing (siehe Kap. 4.1.2) in der bildlichen Darstellung als helle oder dunkle Bereiche. Massive Mauerverläufe etwa führen zu erhöhten Messwerten, sie werden daher als helle Lineamente abgebildet, feuchte und lockere Verfüllungen hingegen bilden sich in der Regel als dunkle Bereiche ab.

2.3 Zur Interpretation geophysikalischer Messergebnisse

Prinzipiell überlagern sich im Bild einer geophysikalischen Prospektion moderne Störungen, geologisch-bodenkundliche Strukturen und archäologische Befunde. Die Interpretation erfolgt im Vergleich mit anderen Prospektionen und durch Analogien zu bekannten archäologischen, modernen und geologischen Strukturen. Weitere Sicherheit bietet der Vergleich mit Untersuchungen, bei denen der geophysikalischen Prospektion eine Ausgrabung folgte oder vorausging.

Eine Reihe von Umständen kann bei einer geophysikalischen Prospektion dazu führen, dass archäologische Strukturen unerkannt bleiben. Zum einen wäre hier mangelnder Kontrast zwischen dem Befund und seiner Umgebung zu nennen (siehe Kap. 4.1.1 und 4.1.2) und zum anderen eine zu geringe Größe (deutlich weniger als 0,5 m Durchmesser) des Befundes. Ein wesentliches Kriterium für die Identifizierung eines archäologischen Objektes im Bild der Messwerte ist seine Form. Die ungleichmäßige Erhaltung oder die Überlagerung durch andere Strukturen, wie z. B. moderne Leitungen, kann jedoch die Beschreibung und Deutung der Form erschweren oder gar unmöglich machen.

⁵ Tiefen-/Zeitscheibe: Zweidimensionale Darstellung eines Raumbereiches durch Addition der Reflexionsenergien über einen Tiefen- bzw. Zeitbereich einer bestimmten Mächtigkeit. Eine Tiefscheibe von beispielsweise 30 cm etwa fasst die Reflexionsenergie dieser Tiefenzone in einer Abbildung zusammen. Zur Verarbeitung und Visualisierung von Radardaten siehe u.a.: D. GOODMAN/ S. PIRO, GPR Remote Sensing in Archaeology. Geotechnologies and the Environment 9 (Berlin - Heidelberg 2013); J. LECKEBUSCH, Die Anwendung des Bodenradars (GPR) in der archäologischen Prospektion. 3D-Visualisierung und Interpretation. Internat. Arch. Naturwissenschaft u. Arch. 3 (Rahden/Westf. 2001) bes. 15-21.

Die Datierung von Befunden anhand der Messbilder ist nicht möglich. Nur der Vergleich eindeutiger Strukturen mit bereits bekannten archäologischen Objekten oder die Beobachtung von Überschneidungen ermöglicht im günstigen Fall eine mittelbare Datierung⁶. An dieser Stelle sei noch einmal darauf hingewiesen, dass sich in den Messbildern geophysikalischer Untersuchungen archäologische Befunde genauso abbilden wie moderne oder bodenkundliche Strukturen. Auch kurzfristige Ereignisse, wie z. B. Veränderungen durch Bodeneingriffe, können sich auf die Messergebnisse auswirken.

Die Basis für die eingehende archäologische Interpretation stellt die Klassifizierung der geophysikalischen Anomalien nach verschiedenen Kriterien dar⁷, wie zum Beispiel die Höhe der Messwerte, die Form und Größe der Anomalien und der Lagebezug zu anderen Strukturen. Ausgehend von einer solchen Gliederung können unter Berücksichtigung der spezifischen Möglichkeiten der Prospektionsmethoden die entsprechenden Befunde dann hinsichtlich ihrer physikalischen Eigenschaften beschrieben werden. Innerhalb dieses physikalischen Rahmens kann, in Analogie zum archäologischen Vergleichswissen, im Abgleich mit anderen Methoden (z. B. Begehungen, Luftbilder)⁸ sowie im Vergleich zu ergrabenen Strukturen die archäologische Ansprache erfolgen. Außerdem sollten bei der Interpretation auch die bodenkundlich-geologischen Verhältnisse beachtet werden.

⁶ Unter günstigen Bedingungen können auch geophysikalisch detektierte Strukturen, wie z.B. römische Militäranlagen am Limes, hinsichtlich Befundgattung und Zeitstellung genauer charakterisiert werden (siehe z. B. TH. BECKER, Sinn oder Unsinn? Erfahrungen mit modernen Prospektions- und Dokumentationsmethoden am Welterbe Limes. *Denkmalpfl. u. Kulturgesch.* 3, 2013, 16-22; S. PFNORR/ E. SCHALLMAYER, Zum Schutz eines verborgenen Weltkulturerbes. Zerstörungsfreie Bestandaufnahme und Forschung am hessischen Limes. In: B. Zickgraf/ M. Posselt/ C. Dobiati [Hrsg.], *Geophysik und Ausgrabung. Einsatz und Auswertung zerstörungsfreier Prospektion in der Archäologie. Internat. Arch. Naturwissenschaft und Technologie 6 [Rahden/Westf. 2007]* 253-262.

⁷ Zur archäologischen Interpretation geophysikalischer Messdaten siehe unter anderem N. BUTHMANN, Archäologisch integrierte geophysikalische Prospektion - Von der Fragestellung zur Konzeption und Interpretation. In: Michael Koch (Hrsg.), *Archäologie in der Großregion. Archäologentage Otzenhausen 1, Internat. Symp. Archäologie in der Großregion in der Europäischen Akademie Otzenhausen, März 2014 (Otzenhausen 2015)* 289-302; C. GAFFNEY/ J. GATER, *Revealing the buried past. Geophysics for Archaeologists (Gloustershire 2003)*; H.V.D. OSTEN, *Geophysikalische Prospektion archäologischer Denkmale unter besonderer Berücksichtigung der kombinierten Anwendung geoelektrischer und geomagnetischer Kartierung, sowie der Verfahren der elektromagnetischen Induktion und des Bodenradars (Aachen 2003)* 91-100; M. POSSELT/ B. ZICKGRAF/ C. DOBIAT (Hrsg.), *Geophysik und Ausgrabung. Einsatz und Auswertung zerstörungsfreier Prospektion in der Archäologie. Internat. Arch. Naturwissenschaft. u. Technologie 6 (Rahden/Westf. 2007)*.

⁸ Zur Methodenkombination u.a.: S. BRATHER/ M. F. JAGODZINSKI, *Der wikingerzeitliche Seehandelsplatz von Janow (Truso). Geophysikalische, archäopedologische und archäologische Untersuchungen 2004-2008. Zeitschr. Arch. Mittelalter Beih.* 24 (Bonn 2012); H. NAUK/ M. POSSELT/ S. SCHADE-LINDIG/ C. SCHADE, *Bandkeramik, Flurbegehung und Geophysik. Die älteste Kulturlandschaft im "Goldenen Grund" in der Idsteiner Senke. Ber. Komm. Arch. Landesforsch. Hessen 8, 2004/2005, 91-102.*

3 Archäologische Bewertung

Im Februar 2022 wurde im Bereich der mittelalterlichen Höhenburg Monterburg bei Kalkar eine kombinierte geophysikalische Untersuchung durchgeführt. Ziel der Untersuchung war die Detektion möglicher Bebauungsrelikte der modern stark überprägten Burganlage. Hierfür wurde auf einer Gesamtfläche von 8.246 m² eine Magnetometerprospektion und auf einer Gesamtfläche von 6.364 m² eine Bodenradarprospektion vorgenommen. Die Untersuchungsergebnisse (Abb. 7 bis 10) sollen dabei als Basis für eine denkmalpflegerische Bewertung sowie als Grundlage für weitere denkmalgerechte Forschungsaufgaben im Bereich der Monterburg dienen.

Die Ergebnisse der **Magnetometerprospektion** (Abb. 7) setzen sich überwiegend aus modernen Strukturen zusammen. Darüber hinaus können auch Strukturen ausgewiesen werden, für die ein archäologischer Kontext in Frage kommen kann.

Vor allem in der Messfläche **M Nord** werden weite Teile von Bereichen geprägt, die durch Störungen **moderner** Installationen, wie z. B. Leitungen oder Zäune, verursacht werden und in denen eine archäologische Bewertung nicht oder nur ansatzweise möglich ist. Dies gilt vornehmlich für Zonen entlang von modernen Leitungsverläufen aber auch für Bereiche, die durch modernen Materialauftrag stark überprägt werden, wie z. B. der Bereich der Auffahrt zum Wasserhochbehälter. Mit zunehmendem Abstand zu diesen Störquellen wird eine archäologische Bewertung eingeschränkt möglich. Neben Reihungen von Dipolen (Kombinationen stark positiver und stark negativer Messwerte = weiße und schwarze Bildpunkte), die durch Leitungsverläufe oder Zäune hervorgerufen werden, sind in den Messdaten weitere, teils sehr starke Dipole zu erkennen, bei denen es sich vermutlich um moderne Installationen oder um größere Metallobjekte handeln dürfte, wie z. B. metallbewehrte Fundamente oder senkrecht stehende Rohre. Für zwei sehr stark ausgeprägte, rundliche Anomalien kann auch ein Zusammenhang mit Kampfmitteln nicht völlig ausgeschlossen werden. Bei einigen stark positiven, rundlichen Anomalien könnte es sich um Gruben mit einer stark magnetisierbaren Verfüllung handeln. Ein moderner Hintergrund ist für diese Befunde zwar wahrscheinlich, eine archäologische Relevanz (Ofenbefund) kann aber nicht völlig ausgeschlossen werden. Für die meisten Dipole ist zwar eine moderne Ursache zu vermuten, vor dem Hintergrund einer mittelalterlichen Burganlage ist ein archäologischer Hintergrund im Einzelfall aber nicht ausgeschlossen. Dies gilt auch für einige stark positive, rundliche Anomalien, bei denen es sich um Gruben mit einer stark magnetisierbaren Verfüllung handeln könnte. Ein moderner Hintergrund ist auch hier wahrscheinlich, eine archäologische Relevanz (Ofenbefund) kann jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Mögliche archäologische Strukturen konnten in beiden Teilflächen festgestellt werden. Am nordöstlichen Flächenrand von **M Nord** ist ein regelhaft begrenzter Bereich kleinteiliger magnetischer Unruhe zu erkennen. Eventuell wurde hier ein ehemaliger Gebäudestandort oder eine archäologisch relevante Aktivitätszone erfasst (z.B. Ziegelschutt). Eine moderne Ursache kann dabei aber nicht ausgeschlossen werden. Im nordwestlichen Teil dieser Fläche ist zudem ein schmales Lineament erkennbar, bei dem es sich möglicherweise um ein Gräbchen handeln könnte. Vor allem in Fläche **M Nord** können darüber hinaus positive, meist rundliche Anomalien ausgewiesen werden, bei denen es sich möglicherweise um Grubenbefunde handelt. Auch für diese Kategorie ist im Einzelfall eine Ansprache als Ofen aufgrund der Messwertcharakteristik möglich. In lockerer Streuung sind zudem in beiden Flächen (**M**

Nord und **M Südost**) weitere grubenartige Befunde zu erkennen. Für schwach ausgeprägte und kleine Exemplare ist eine archäologische Relevanz fraglich und eine geologisch/bodenkundliche Ursache oder auch moderne Ursache ebenfalls denkbar.

Ähnlich wie die Magnetometerprospektion sind auch die Ergebnisse der **Bodenradaruntersuchung** (Abb. 9) von modernen Strukturen und von Anomalien mit einer möglichen archäologischen Relevanz geprägt.

Mit wenigen Ausnahmen wird im obersten Tiefenbereich die **moderne** Oberfläche abgebildet. Hierzu gehören durch die rezente Nutzung verdichtete Bereiche innerhalb der Wiesenflächen, asphaltierte und befestigte Zuwegungsabschnitte, baulich überprägte Bereiche der Auffahrt zum Hochbehälter, Fahrspuren sowie ein als Gartenareal genutztes Areal. Hinzu kommen drei stark verdichtete, kleine Bereiche am Standort von Holzmasten. Im Bereich der o. a. Auffahrt sind außerdem einige wenige schmale Lineamente festzustellen, die vermutlich in einem baulichen Zusammenhang mit dieser Zufahrt stehen. Eine archäologische Relevanz kann für diese Strukturen nicht völlig ausgeschlossen werden. Im oberen und mittleren Tiefenbereich weisen die Messbilder schwache Lineamente und längliche Bereiche auf, die ebenfalls mit der rezenten Topografie in Zusammenhang stehen. Es handelt sich hier um Messartefakte und verdichtete Bereiche im Kontext von Böschungen bzw. Böschungskanten. Ab dem oberen bis in den unteren Tiefenbereich lassen sich einige moderne Leitungsverläufe als Lineamente erhöhter Reflexionsenergie nachweisen.

Ab dem oberen Tiefenbereich werden die Ergebnisse des Bodenradars von Strukturen bestimmt, für die ein **archäologischer** Kontext zumindest möglich erscheint. Am äußersten nördlichen Rand der Fläche **R Nord** sind im obersten Tiefenbereich kleinere Areale erhöhter Reflexenergie zu erkennen. Es besteht hier die Möglichkeit, dass diese verdichteten Zonen im Zusammenhang mit ehemaligen Befestigungselementen stehen könnten. Diese Zonen befinden sich dabei an Stellen, an denen die Geländedaten wallartige Überhöhungen am Rand des Plateaus ausweisen. Ab dem oberen Tiefenbereich lassen sich in großen Teilen der Messfläche unterschiedlich stark ausgeprägte Zonen mit verschieden stark erhöhter Reflexionsenergie feststellen, die möglicherweise eine archäologische Ursache besitzen, für die ein geologischer oder moderner Hintergrund jedoch ebenfalls möglich erscheint. Die Areale wirken verschiedentlich linear oder winklig begrenzt, ohne jedoch klare Formen zu ergeben. Insbesondere die schwächer ausgeprägten, großflächigen Areale könnten den geologischen Aufbau widerspiegeln. Für die stärker ausgeprägten Zonen könnte aber ein Zusammenhang mit archäologisch relevanten Aktivitätszonen oder Schuttansammlungen möglich sein. In der Fläche **R Südwest** konnte ebenfalls eine ähnliche, etwas stärker ausgeprägte Zone ausgewiesen werden, die möglicherweise eine archäologische Ursache besitzt. Darüber hinaus kann im nordöstlichen Teil der Messfläche **R Nord** ein teilweise regelhaft begrenzte Zone ausgewiesen werden, die möglicherweise auf eine weitere Schuttansammlung oder gar auf einen ehemaligen Gebäudestandort hinweist. Im südwestlichen Teil der Fläche **R Nord** enthalten die Messdaten des mittleren Tiefenbereichs eine längliche, bogenförmige Struktur verringerter Reflexionsenergie. Mit aller gebotener Vorsicht ist hier eine Ansprache als verfallter Grabenabschnitt denkbar. Dabei ist ein geologisch/bodenkundlicher Hintergrund aber auch möglich. Außer den Strukturen flächig erhöhter Reflexionsenergie können vor allem im östlichen Teil von Fläche **R Nord** zahlreiche, teils schmale, teils breite, verschieden stark ausgeprägte Lineamente nachgewiesen werden, die möglicherweise auf Fundamentreste

oder deren Unterbau hindeuten könnten. Ohne eindeutige Gebäudestrukturen ausweisen zu können, ist darauf hinzuweisen, dass sich am östlichen Rand der Fläche diese möglichen Fundamentstrukturen mit ihrer Ausrichtung am Rand des Plateaus orientieren. Einige wenige weitere Fundamente können auch im nordwestlichen und möglicherweise im südwestlichen Teil dieser Messfläche erkannt werden. In der östlichen Hälfte von Fläche **R Nord** sind außerdem zwei weitere, schwach ausgeprägte Lineamente zu erkennen, die insgesamt einen Nord-Süd gerichteten Verlauf aufweisen. Bei diesen Befunden könnte es sich möglicherweise um archäologisch relevante Leitungsverläufe handeln. Es ist hierbei nicht ausgeschlossen, dass mit diesen Strukturen auch schmale Fundamentverläufe erfasst worden sind. In allen Tiefenbereichen sind darüber hinaus vereinzelt Anomalien punktuell erhöhter Reflexionsenergie enthalten. Bei diesen Strukturen könnte es sich um größere Steine oder aber um einzelne Baufragmente handeln, für die eine moderne Ursache jedoch nicht ausgeschlossen werden kann.

Zusammenfassend kann für die kombinierte geophysikalische Prospektion auf der Monterburg festgestellt werden, dass mit Hilfe der Magnetometer- und der Bodenradarprospektion vor allem für den nördlichen Teil des Burgplateaus einige archäologisch relevante Strukturen detektiert werden konnten (Abb. 10 Flächen **M Nord** bzw. **R Nord**). Dies gilt insbesondere für den östlichen Rand dieses Sporns, an dem möglicherweise, wenn auch vermutlich in schlechter Erhaltung, Relikte einer ehemaligen Bebauung erfasst werden konnten. Weitere Hinweise auf eine ehemalige Nutzung des Geländes konnten hier vor allem mittels Magnetometerprospektion in Form von Grubenbefunden festgestellt werden. Außerdem wurden weitere Gruben in lockerer Streuung auf dem östlichen Teil des Burgplateaus (Fläche **M Südost**) identifiziert. Hinweise auf weitere Bebauung konnten hier jedoch nicht erbracht werden. Die Untersuchung hinsichtlich der Frage nach einem möglichen Torhaus (vgl. Kap. 1.2) hat keine überzeugenden Hinweise geliefert.

Nach den Ergebnisse der geophysikalischen Prospektion bietet der nordöstliche Teil des Burgplateaus für zukünftige Forschungs- und Erhaltungsmaßnahmen noch die beste Befundlage, obwohl die Charakteristik der erfassten Strukturen eher auf schlechte Erhaltungsbedingungen hindeutet. Für die übrigen untersuchten Bereiche der ehemaligen Burg konnten vergleichbare Bebauungsreste nicht nachgewiesen werden, wobei hier Grubenbefunde trotzdem auf eine ehemalige Nutzung hindeuten.

B. Zickgraf M.A. / B. Schroth M.A.

Marburg a. d. Lahn, den 08.04.2022

4 Anhang

4.1 Methode, Messgeräte und Messverfahren

4.1.1 Magnetometerprospektion

Methoden: Kartierung des oberflächennahen Gradienten der vertikalen Komponente der magnetischen Flussdichte des Erdmagnetfeldes. Veränderungen der Messgröße werden durch nahe unter der Oberfläche befindliche magnetische Störkörper hervorgerufen⁹. Als Störkörper werden natürliche Phänomene oder durch menschliche Eingriffe entstandene Objekte im Boden bezeichnet, deren Stoffeigenschaften sich von denen des umgebenden homogenen Bodens unterscheiden. Für die Magnetometerprospektion ist die entscheidende Eigenschaft die Magnetisierbarkeit bzw. Suszeptibilität. Sie unterscheidet sich bei archäologischen Befunden (z. B. Gruben) vom ungestörten Boden, aber auch bei geologischen Störkörpern oder bei modernen Bodeneingriffen.

Bestimmende physikalische Eigenschaft: Magnetische Suszeptibilität

Geräte: Fluxgate-Gradiometer Ferex 4.032 DLG bzw. Fluxgate-Gradiometer Ferex 4.032 DLG (Karto V.4.5.) mit je vier CON650-Sonden (Gradiometeranordnung, Basisabstand 0,65 m), maximale Auflösung 0,1 nT, Messfrequenz: 10 Hz je Kanal (Institut Dr. Foerster, Reutlingen)

Auflösung: 0,5 m (crossline) x 0,2 m (inline)

Messrichtung: Zick-Zack-Modus von Nordnordost nach Südsüdwest bzw. alternierend von Südsüdwest nach Nordnordost.

Größe der untersuchten Fläche: Fläche M Nord: 6.128 m²; Fläche M Südost: 2.118 m²; Gesamtfläche: 8.246 m²

Datenprocessing Ferex 4.032 DLG: Loggerausgabe als regelmäßiges Raster mit einem Datenabstand von 0,2 m x 0,5 m (inline x crossline) in Gridkoordinaten; Ausgleich von Geräteschwankungen durch Sondenabgleich (Mediansubtraktion); Berechnung von UTM-Koordinaten (32N) für jeden Gridpunkt (Datenbankanwendung für Translation und Rotation); Neuberechnung eines Abbildungsrasters von 0,1 m x 0,1 m (Rechtswert x Hochwert) in UTM-Koordinaten.

Datenprocessing Ferex 4.032 DLG (Karto V.4.5.): Loggerausgabe der Messpunkte mit Spurzählung (Spur: ein Profil einer Sonde), lokale Koordinate und Messwert (lateraler Sondenabstand: 0,5 m, inline Messpunktabstand \leq 0,2 m); Medianabgleich auf Spurbasis; die Berechnung von UTM-Koordinaten (32N) erfolgt für jeden Gridpunkt (Datenbankanwendung für Translation und Rotation) sowie eine anschließende Neuberechnung (Methode: nearest neighbour) eines Rasters mit 0,1 m x 0,1 m Datenabstand (Rechtswert x Hochwert, resampled).

Software: Dataload (Institut Dr. Foerster, Reutlingen), Dataline (Institut Dr. Foerster, Reutlingen), TeslaView (Martin Dürrenberger und PZP GbR), Surfer 23 (Golden Software, Inc. USA), Microsoft Access 2016, QGIS Desktop 2.4.0

4.1.2 Bodenradarprospektion

Methoden: Bei der Messung mit dem Bodenradar werden elektromagnetische Wellen¹⁰ in den Boden gesendet, um dann Laufzeit und Amplitude der empfangenen (reflektierten) Signale zu registrieren¹¹. Die von einer Antenne auf der Oberfläche erzeugte Welle breitet sich mit ca. einem Drittel der Lichtgeschwindigkeit im Boden aus und wird an Schichtgrenzen zwischen Materialien mit verschiedenen Dielektrizitätskonstanten reflektiert. Es werden auch tiefer liegende Schichten erfasst, da an den Materialgrenzen nur eine Teilreflektion stattfindet. Wird die Amplitude gegen die Laufzeit der Welle aufgetragen, kann eine vertikale Spur erstellt werden. Der enge Messpunktabstand erlaubt die Aneinanderreihung einzelner Spuren zu einem Profil und durch die Kombination mehrerer Profile die dreidimensionale Erfassung des Untergrundes.

⁹ Zur Magnetometerprospektion in der Archäologie u.a. OSTEN (Anm. 6) 21-45; B. ZICKGRAF, Geomagnetische und geoelektrische Prospektion in der Archäologie. Systematik – Geschichte – Anwendung. Internat. Arch. Naturwissenschaft u. Technologie 2 (Rahden/Westf. 1999) 107-114.

¹⁰ Radarwellen: Wellen im Frequenzband von 10 MHz bis ca. 3 GHz.

¹¹ Zu den Grundlagen u.a.: GOODMAN/ PIRO (Anm. 4); J. LECKEBUSCH (Anm. 4); DERS., Ground Penetrating Radar: Verifications and Spatial Corrections. In Posselt/Zickgraf/Dobiat (Anm. 6) 17-25; OSTEN (Anm. 6) 66-83.

Bestimmende physikalische Eigenschaften: Dielektrizitätskonstante, magnetische Permeabilität und elektrische Leitfähigkeit des Bodens

Geräte: Datenlogger SIR3000, geschirmte 400 MHz–Antenne 5103A, Messrad (Geophysical Survey Systems, Inc. USA)

Räumliche Auflösung: Die Aufnahme der Profile erfolgt im Abstand von 0,5 m. Auf jedem Profil wird bei Referenzierung durch das Messrad alle 0,025 m eine elektromagnetische Welle ausgesandt und die Amplitude der Reflexion über eine Horchzeit¹² von 70 ns mit 512 Werten bei 16-bitiger Auflösung digitalisiert¹³.

Messrichtung: Zick-Zack-Modus auf Fläche R Nord von Nordnordost nach Südsüdwest bzw. alternierend von Südsüdwest nach Nordnordost; auf Fläche R Südwest von Westnordwest nach Ost Südost bzw. alternierend von Ost Südost nach Westnordwest.

Größe der untersuchten Fläche: Fläche R Nord: 6.113 m², Fläche R Südwest: 251 m², Geamtfläche: 6.364 m²

Datenprocessing im Feld: Durch Filter zur Beseitigung hoch- und niederfrequenter Störungen (Highpass, Lowpass), durch die tiefenabhängige Verstärkung des Signals und durch die Mittelung zweier Messungen je Scan zur Verbesserung des Signal-Rauschverhältnisses wird das Messsystem vor der Messung an die Bodengegebenheiten angepasst. Die einzelnen Profile werden als einzelne Dateien mit Informationen zu Profillänge, Horchzeit und Reflexionsamplitude abgespeichert.

Postprocessing: In einem ersten Schritt werden die einzelnen Profile zu einem dreidimensionalen Datenblock in lokalen Koordinaten zusammengesetzt. Dann erfolgt eine Offsetkorrektur für den Ersteinsatz der Radarwelle und ein Backgroundremoval. Anschließend wird die Wellengeschwindigkeit tiefenabhängig anhand von Diffraktionshyperbeln bestimmt. Diese Hyperbeln lassen sich durch Migration auf den wahren Ort der Reflexion zurückrechnen¹⁴. Über die so bestimmte Geschwindigkeit der Radarwellen im Boden kann die Zeitachse in eine Tiefenachse umgewandelt werden. Nach der Migration wird eine Hilberttransformation durchgeführt, bei der für den typischen Positiv/Negativ-Ausschlag einer Reflexion die Hüllkurve bestimmt und deren Betrag dargestellt wird. Zum Abschluss erfolgt die Berechnung von Tiefscheiben mit 2 ns bis 10 ns (Signallaufzeit für Hin- und Rückweg) Mächtigkeit. Diese werden in einem regelmäßigen Raster in lokalen Koordinaten ausgegeben. Zur Darstellung in UTM-Koordinaten wird eine Berechnung von UTM-Koordinaten für jeden Gridpunkt vorgenommen.

Software: Radan 6.5 (Geophysical Survey Systems, Inc. USA), Surfer 23 (Golden Software, Inc. USA)

4.2 Geodätische Vermessung

Absteckung für Ferex 4.032 DLG und Bodenradar: Pflockraster 50 m x 50 m oder enger in lokalen Koordinatennetzen

Absteckung für Ferex 4.032 DLG (Karto V.4.5.): GPS-gestützte Messwertaufnahme (Base und Rover)

Einhängung für Ferex 4.032 DLG und Bodenradar: Das lokale Pflockraster wurde mittels GPS in UTM-Koordinaten (32N) eingemessen.

Einhängung für Ferex 4.032 DLG (Karto V.4.5.): Die lokalen Start- und Endpunkte wurden mittels GPS (s.o.) in UTM-Koordinaten (32N) eingemessen. Es wurden keine Vermessungspunkte vermarktet.

Gerät/Genauigkeit: GPS-System 1200 bzw. GPS-Systeme RX1200 mit SAPOS-HEPS-Korrekturdaten (RTK-Lagegenauigkeit: +/- 1-2 cm) und Viva GS10 (beide: Leica Geosystems GmbH)

Genauigkeit: SAPOS-HEPS-Korrekturdaten (RTK-Lagegenauigkeit: +/- 1-2 cm)

¹² Die gewählte Horchzeit richtet sich nach der gewünschten Eindringtiefe bzw. Auflösung und wird zudem durch die geologisch-bodenkundlichen Gegebenheiten limitiert.

¹³ Zur minimalen Tiefenlage detektierbarer Objekte bzw. zum vertikalen und horizontalen Auflösungsvermögen von Antennen unterschiedlicher Frequenz: OSTEN (Anm. 6) 68-72.

¹⁴ Die Öffnung der Hyperbeln ist abhängig von der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Radarwellen im Untergrund, die somit durch Hyperbelanpassung grafisch bestimmt werden kann. Die auf diese Weise bestimmten Tiefen sind als Näherungswerte zu betrachten, da die Geschwindigkeit der Radarwelle im Untergrund variieren kann. Bei 70 ns Horchzeit ergibt sich eine maximale Eindringtiefe von ca. 2,74 m. Vertikal wurde das Signal somit ca. alle 6 mm abgetastet.

4.3 Plangrundlagen

Topographische Karten: digitale Topografische Karte 1:10.000, DTK10, Geobasis.nrw.de, Datenlizenz Deutschland - Land NRW (2019) - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0) (Abb. 1)

Deutsche Grundkarte: dgk5gru und DGK5hls, Geobasis.nrw.de, Datenlizenz Deutschland - Land NRW (2019) - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0) (Abb. 2)

Luftbild: dop10rgbi, Geobasis.nrw.de, Datenlizenz Deutschland - Land NRW (2019) - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0) (Abb. 2)

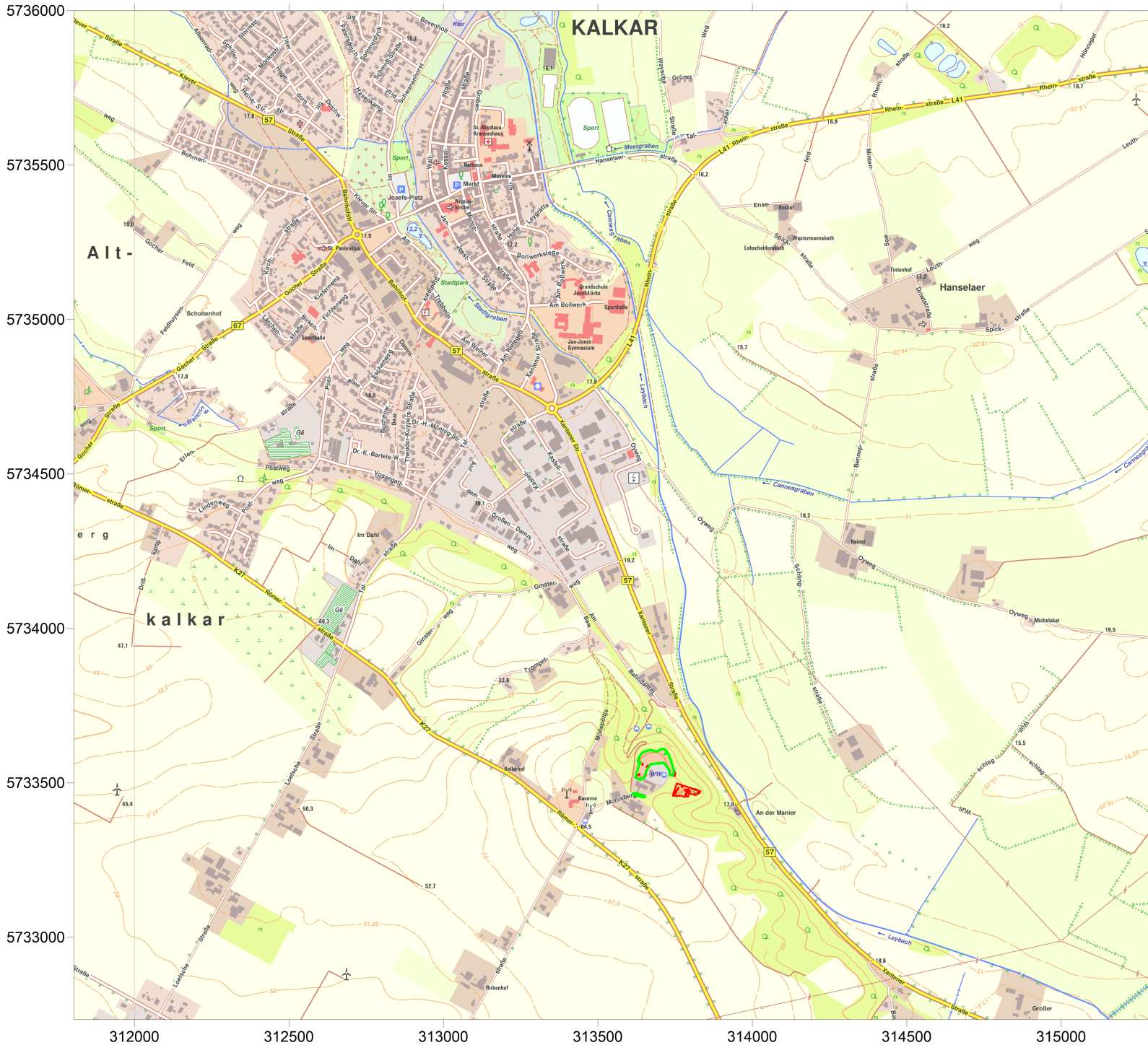
Digitale Geländedaten: 3dm, Geobasis.nrw.de, Datenlizenz Deutschland - Land NRW (2019) - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0) (Abb. 3, 7, 9 und 10)

4.4 Durchführung

Die Untersuchung wurde unter der Leitung von Herrn Martin Posselt M.A. vom 01.02. bis 05.02.2022 durchgeführt. Unterstützt wurde er dabei durch diverse Helfer des Auftraggebers. Am 31.01.2022 wurden bereits Vermessungsarbeiten durchgeführt.

5 Abbildungen

- Abb. 1 Lage der Untersuchungsflächen (Topografische Karte)
- Abb. 2 Lage der Untersuchungsflächen und Dokumentation der geodätischen Vermessung (Dt. Grundkarte und Orthofoto)
- Abb. 3 Graustufendarstellung der Magnetometerprospektion sowie ausgewählter Tiefenscheiben der Bodenradarprospektion (digitale Geländedaten)
- Abb. 4 Graustufendarstellung der Magnetometerprospektion in unterschiedlichen Messwertbereichen
- Abb. 5 Graustufendarstellung der oberen Tiefenscheiben der Bodenradarprospektion
- Abb. 6 Graustufendarstellung der unteren Tiefenscheiben der Bodenradarprospektion
- Abb. 7 Interpretierende Umzeichnung der Magnetometerprospektion (digitale Geländedaten)
- Abb. 8 Legende zur interpretierenden Umzeichnung der Magnetometer- und Bodenradarprospektion
- Abb. 9 Interpretierende Umzeichnung der Bodenradarprospektion (digitale Geländedaten)
- Abb. 10 Interpretierende Umzeichnung der archäologisch relevanten Strukturen der Magnetometer- und Bodenradarprospektion (digitale Geländedaten)



- Untersuchungsfläche der Magnetometerprospektion
- Untersuchungsfläche der Bodenradarprospektion

<p>Projekt: Monterburg, archäologisch-geophysikalische Prospektion, Januar und Februar 2022</p>	<p>Auftraggeber: Monterburg e. V. - Gesellschaft zur Erforschung und denkmalgerechten Erhaltung der Monterburg z. H. Heinz J. Graf Gocher Feld 10 47546 Kalkar</p>
<p>Lage: Monterburg, Kalkar, Kreis Kleve</p>	

Plan:
Lage der Untersuchungsflächen

Bemerkungen:

Plangrundlage:
digitale Topografische Karte 1:10.000, DTK10, Geobasis.nrw.de, Datenlizenz Deutschland - Land NRW (2019) - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

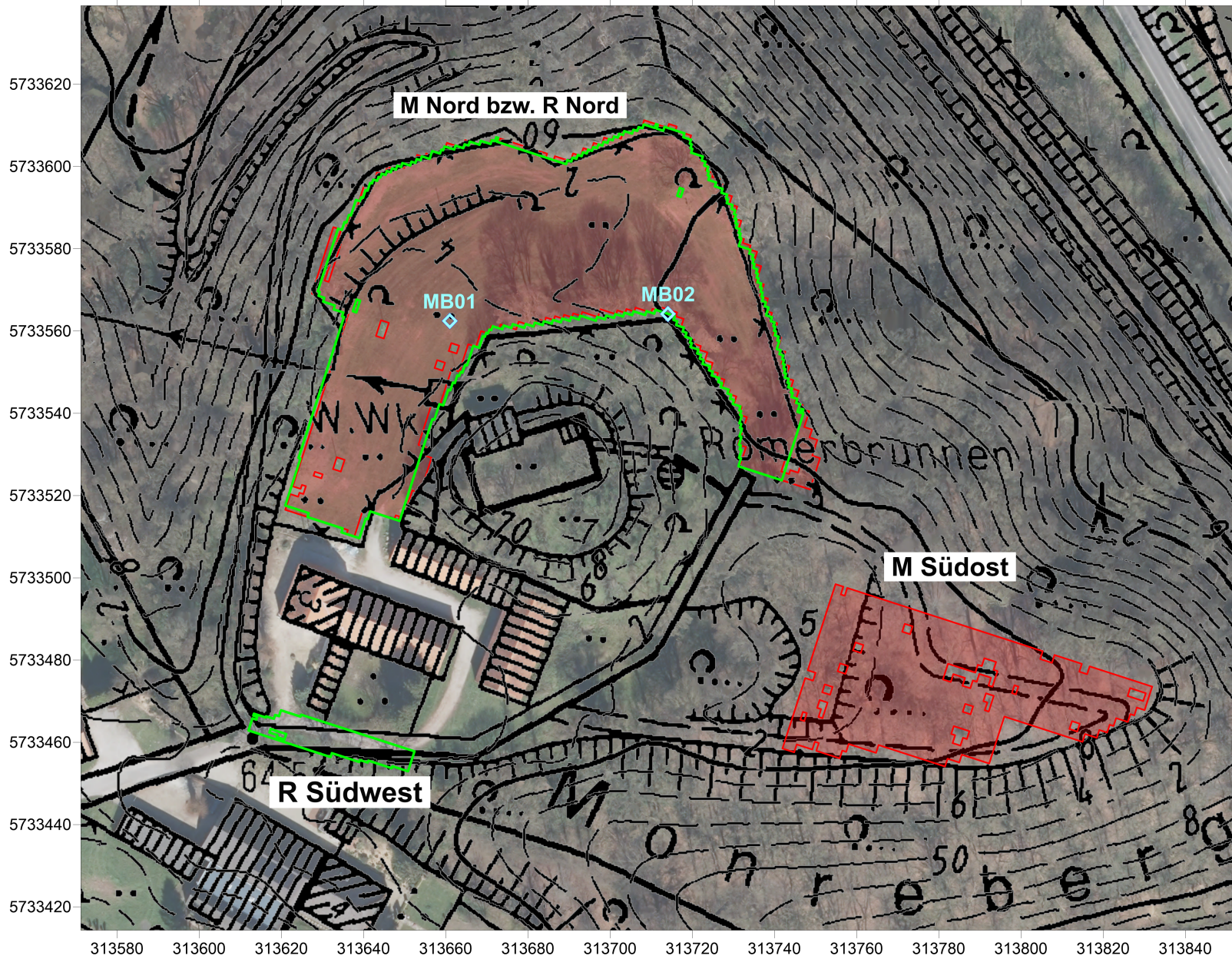
Datenvisualisierung:

Koordinatensystem: UTM (32U)	Maßstab: 1:12.500	Erstellt am: 07.03.2022
--	-----------------------------	-----------------------------------

Posselt & Zickgraf
Prospektionen,
Inh. S. Zickgraf

Friedrichsplatz 9
35037 Marburg
+49 (0)6421 924614

www.pzp.de



- Untersuchungsfläche der Magnetometerprospektion
- Untersuchungsfläche der Bodenradarprospektion
- ◇ Vermessungspunkt

Projekt: Monterburg, archäologisch-geophysikalische Prospektion, Januar und Februar 2022	Auftraggeber: Monterburg e. V. - Gesellschaft zur Erforschung und denkmalgerechten Erhaltung der Monterburg z. H. Heinz J. Graf Gocher Feld 10 47546 Kalkar
Lage: Monreberg, Kalkar, Kreis Kleve	

Plan:
Lage der Untersuchungsflächen und Dokumentation der geodätischen Vermessung

Bemerkungen:

Plangrundlage:
dgk5gru, dgk5hls und dop10rgbi, Geobasis.nrw.de, Datenlizenz Deutschland - Land NRW (2019) - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0)

Messgerät und -raster:
GPS 1200 (Leica Geosystems)

Koordinatensystem: UTM (32U)	Maßstab: 1:1.000	Erstellt am: 07.03.2022
--	----------------------------	-----------------------------------

Punkt-nummer	Beschreibung	lokale Koordinaten Rechtswert in m	lokale Koordinaten Hochwert in m	UTM-Koordinaten (32U) Rechtswert in m	UTM-Koordinaten (32U) Hochwert in m
MB01	Pflock (gezogen)	1000	1982	313660.988	5733562.439
MB02	Pflock (gezogen)	1050	2000	313714.101	5733564.187



Posselt & Zickgraf
Prospektionen,
Inh. S. Zickgraf

Friedrichsplatz 9
35037 Marburg
+49 (0)6421 924614

www.pzp.de