

## **Archäomagnetische Untersuchungen**

**Weichering**

**Messbericht über archäomagnetische Messungen**

**Oktober 2021**

# Archäomagnetische Untersuchungen Weichering

## Messbericht über archäomagnetische Messungen

Auftraggeber: Deutsche Post AG  
Finance & HR Operations D  
44112 Dortmund

Projektbearbeiter: Frau Mirus

Auftragnehmer: GEO4 - Gesellschaft für Geotechnik und Geophysik mbH  
Landstraße 1  
82131 Oberbrunn

Projektbearbeiter: Herr Hecht

### Inhaltsverzeichnis

1 Vorbemerkung.....	3
1.1 Anlass.....	3
1.2 Situation der Fläche.....	3
1.3 Geologie.....	3
2 Geophysikalisches Verfahren.....	4
3 Messungen.....	5
4 Auswertung und Ergebnisse.....	5
5 Interpretation.....	10
5.1 Identifizierte Anomalien.....	10
5.2 Anomalien vermutlich modernen Ursprungs.....	11
5.3 Unbekannte Anomalien.....	12
6 Zusammenfassung.....	14

### Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flurstücke.....	5
Abbildung 2: Schrottteile auf der Fläche.....	6
Abbildung 3: Gradiometer.....	6
Abbildung 4: Flowchart der Datenanalyse.....	7
Abbildung 5: Graustufenplot der ungefilterten Messdaten.....	9
Abbildung 6: Graustufenplot der gefilterten Messdaten.....	10
Abbildung 7: Standardabweichung der Messdaten.....	11
Abbildung 8: Identifizierte Anomalien.....	12
Abbildung 9: Anomalien vermutlich modernen Ursprungs.....	13
Abbildung 10: Anomalien ungeklärter Ursache.....	12
Abbildung 11: Vergleich des gefilterten Magnetogramms mit ringförmigen Strukturen im Luftbild. .	15

# 1 Vorbemerkung

## 1.1 Anlass

Der Anlass zur geomagnetischen Prospektion auf dieser Fläche ist das Bauvorhaben eines Paketzentrums durch die Deutsche Post AG. Es besteht der Verdacht, dass beim Bauvorgang, insbesondere bei der Fundamentlegung, archäologische Objekte gestört werden könnten. Grund zu dieser Annahme ist das vom von bayrischen Landesamt für Denkmalpflege dort verortete Bodendenkmal D-1-7233-0482, das unter der Beschreibung „Siedlungen und Gräberfeld vor- und frühgeschichtlicher Zeitstellung“ geführt wird. Eine georeferenzierte Karte der magnetischen Anomalien in einem 0,5 m x 0,25 m Raster soll hierbei einen ersten Überblick über Art und Ausdehnung des Bodendenkmals geben und gegebenenfalls bei der Einschätzung über eventuell nötige, denkmalerhaltende Maßnahmen helfen.

## 1.2 Situation der Fläche

Die meisten Felder auf der Fläche waren zum Messzeitpunkt frisch abgeerntet (Flurstücke 241, 242, 245, 268), bzw. frisch eingesät (Flurstücke 238, 239, 240) und daher mit dem Messgerät gut begeh-, bzw. befahrbar. Die Flurstücke 273, 274, 275 waren grob gepflügt. Die Vermessung dieser Felder war grenzwertig, wurde jedoch bewerkstelligt, indem eine zweite Person half das Messgerät an einigen Stellen über die Furchen zu heben. Die bewaldeten Flächen waren aufgrund dichten Buschwerk und herumliegenden Gehölz schwer begehbar, sodass nur auf vereinzelte Streifen mit Breiten von einigen Metern prospektiert werden konnte.

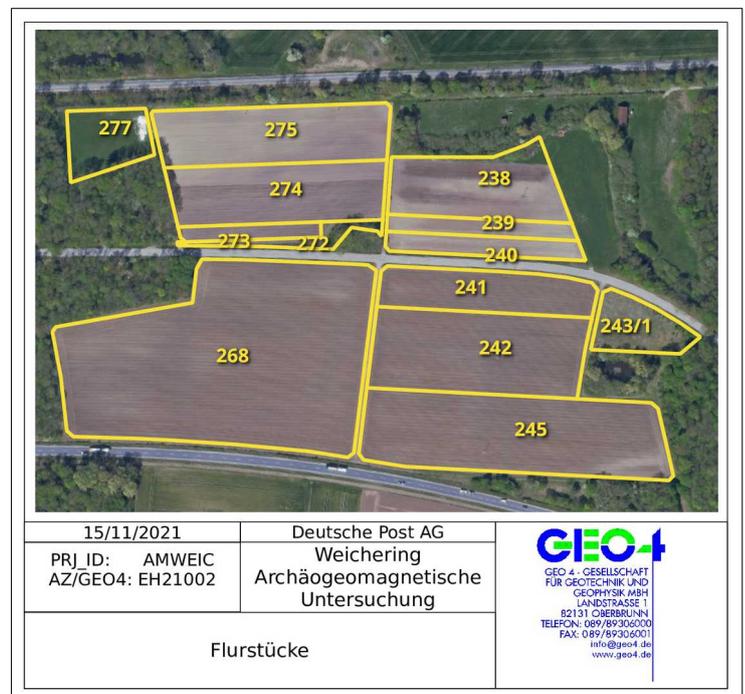


Abbildung 1: Flurstücke auf der Fläche. Luftbild:  
[https://geoservices.bayern.de/wms/v2/ogc\\_dop80\\_oa.cgi](https://geoservices.bayern.de/wms/v2/ogc_dop80_oa.cgi)

Die Böden auf den Feldern weisen einen hohen Anteil an ferromagnetischen Fremdbestandteilen (Schrott) auf (siehe Abb. 2). Jedes Schrottpartikel verursacht eine Anomalie und überdeckt somit potentielle archäomagnetische Strukturen. Vor allem im südwestlichen Teil (Flurstück 268) häufen sich Schrottpartikel.

## 1.3 Geologie

Die Fläche liegt auf spätwürmzeitlichen Terrassenschottern (zweite Niederterrasse), die gegen Norden von jüngeren, postglazialen Flussschottern abgelöst werden. Es ist davon auszugehen, dass im Holozän die Fläche regelmäßig überschwemmt wurde, wobei eventuell vorhandene Magnetofossilien ausgewaschen worden sein könnten.



Abbildung 2: Aufgelesene Schrottteile auf der Fläche. Die dadurch verursachten, starken Anomalien überdecken die schwächeren Anomalien potentieller archäologischer Objekte.

## 2 Geophysikalisches Verfahren

Als Messverfahren wurde die Vermessung von Anomalien in der vertikalen Komponente des Erdmagnetfeld mittels eines Gradientenmagnetometer (Gradiometer) gewählt. Dieses Messverfahren zählt zu den passiven Verfahren der Geomagnetik. Das Messpunktraster betrug 25 cm x 50 cm (Spurrichtung x Spurbabstand).

Auf den unbewaldeten Flächen wurden die Messungen mit einem 5-Kanal-Fluxgate-Gradiometer der Firma Sensys durchgeführt (Typ „MXPDA“, siehe Abb. 3). Die fünf Sensoren messen die Vertikalkomponente des Erdmagnetfeldes in zwei unterschiedlichen Höhen (ca. 15 cm und 80 cm über der Geländeoberkante) und bilden deren Differenz. Dadurch wird die Auswirkung der zeitlichen Veränderung des Magnetfeldes weitgehend eliminiert und die lokalen Störfelder gegenüber regionalen und geologisch bedingten Trends verstärkt. Die fünf Fluxgatesonden agierten in einem Messbereich von  $\pm 10000$  nT. Der horizontale Abstand der Sensoren (Spurbabstand) betrug 50 cm. Die Georeferenzierung der Messpunkte erfolgte über ein RTK-fähiges GPS-Modul, dessen Empfänger mittig über den Sonden mitgeführt wurde.



Abbildung 3: Das Gradiometer „MXPDA“ (Firma Sensys), ein Geschobener Sondenträger mit 5 Kanälen und GPS-Empfänger.

In den bewaldeten Abschnitten wurde ein 1-kanaliges Gradiometer (FM 256, Firma Geoscan Research), mit einem Messbereich von  $\pm 200$  nT verwendet.

### 3 Messungen

Durchgeführt wurden die geomagnetischen Messungen vom 4. - 13. Oktober 2021.

Die geplante Baufläche wurde eingemessen und ausgepflockt. Dann begann die Vermessung der freien Flächen mittels geschobenem 5-Kanal-Gradiometer (siehe oben). Die Spurrichtung wählten wir in Ost-West-Richtung parallel zu den landwirtschaftlichen Fahrgassen, um die Erschütterungen an den Sonden zu minimieren. Die Spurlängen variierten von 50 bis 100 m. Bei größeren Ackerfurchen (Flurnummer 273, 274, 275) wurde der Sondenträger von zwei Personen geschoben, beziehungsweise gehoben, um Erschütterungen oder Blockierungen durch große Erdbrocken zu vermeiden.

Anschließend wurden die bewaldeten Flächen vermessen. Dabei wählten wir einigermaßen begehbare Bereiche, deren Eckpunkte wir mittels Tachymeter zu Referenzpunkten außerhalb des Waldes einmaßen. Die Durchführung der Messung erfolgte dann mittels einkanaligem, getragenen Gradiometer. Eine großflächige Prospektion war aufgrund dichten Buschwerks und herumliegendem Gehölz nicht möglich. Durch die Vermessung von längeren Sondierstreifen können ausgedehnte archäologische Strukturen eventuell trotzdem eingefangen werden.

### 4 Auswertung und Ergebnisse

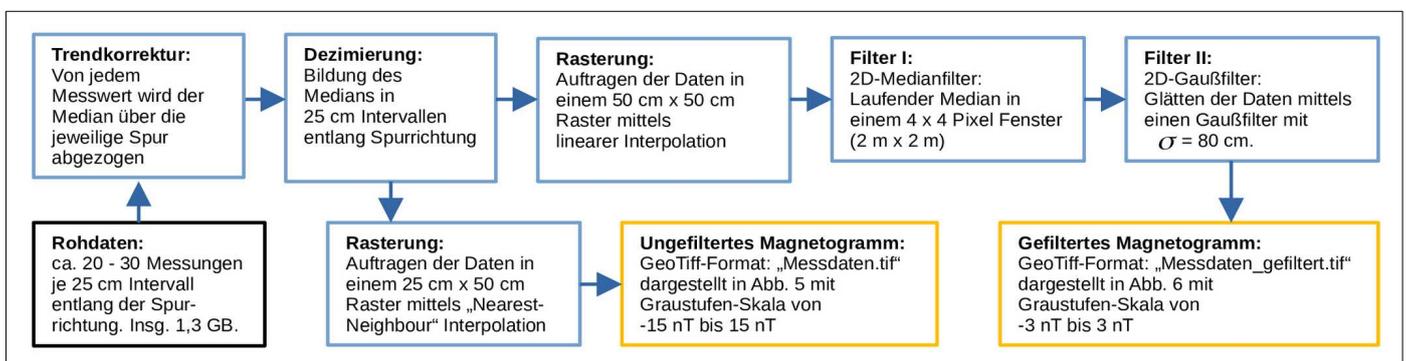


Abbildung 4: Flowchart der Datenanalyse. Der verwendete Programmcode wird mit den Rohdaten bereitgestellt.

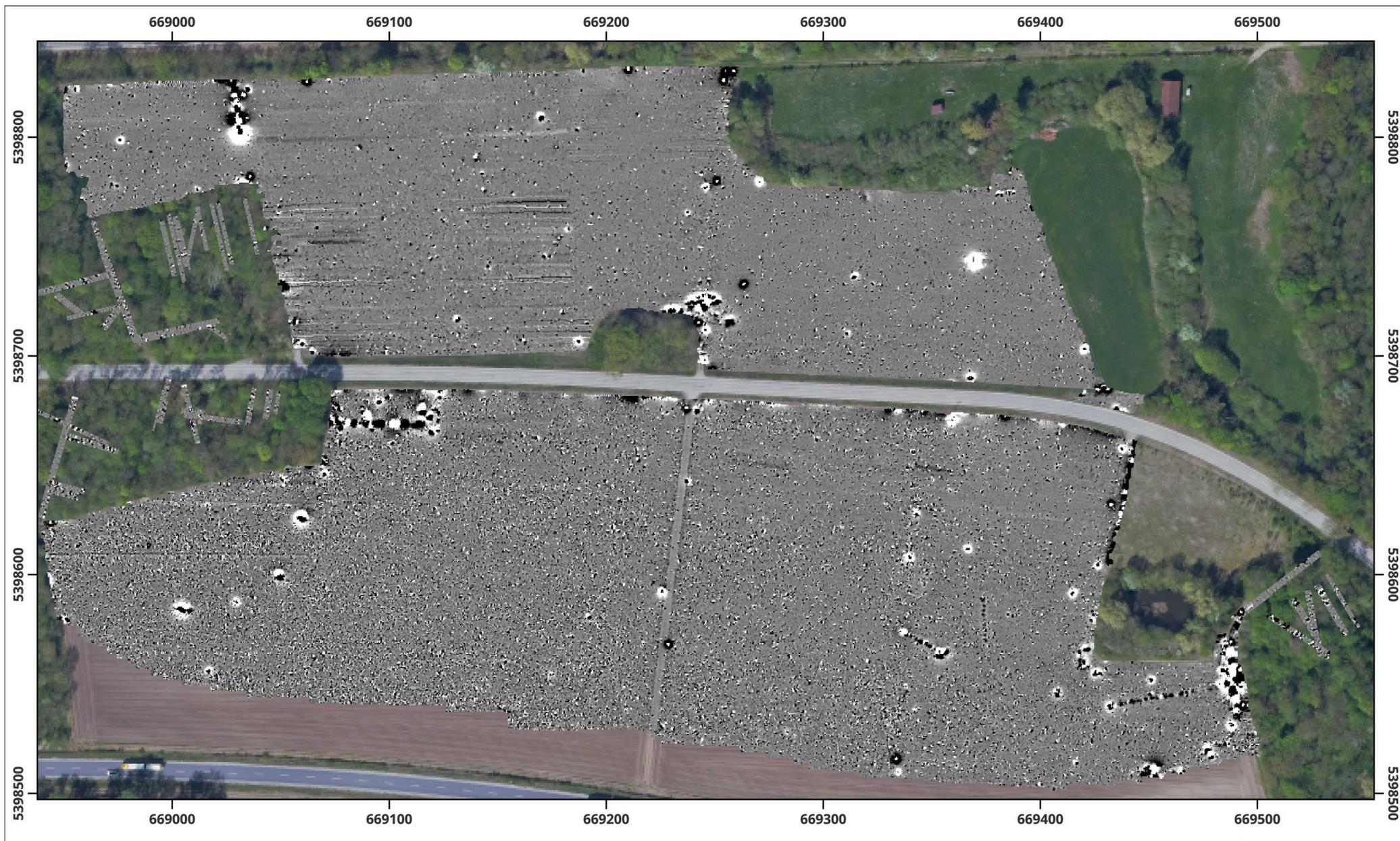
Abb. 4 zeigt alle Schritte der Datenauswertung. Die 1,3 GB Rohdaten im ASCII-Format werden mit allen weiteren Materialien auf einem Datenträger zur Verfügung gestellt. Für die Auswertung wurde eigens ein Programmskript<sup>1</sup> geschrieben, welches ebenfalls zu Verfügung gestellt wird.

Es wurde ein Magnetogramm der ungefilterten Daten erstellt (Abb. 5), sowie ein weiteres, bei dem zwei Filter zur Glättung der Daten angewendet wurden (Abb. 6). Grund dafür sind die störenden Anomalien durch Schrottpartikel. Durch Anwendung der Filter werden diese abgeschwächt, so dass sich schwächere und räumlich ausgedehntere Anomalien etwas besser erkennen lassen. Jedoch muss eine Beobachtung im gefilterten Magnetogramm mit den ungefilterten Daten verglichen werden, da sonst sehr leicht Artefakte des Filterns, bzw. des „Verschmierens“

1 Der Code ist in der Programmiersprache Python geschrieben und es wurden hauptsächlich die quelloffenen Bibliotheken Numpy, Scipy und PyQgis genutzt.

kleinskaliger Anomalien, überinterpretiert werden können. In den Graustufenplots auf Abb. 5 und Abb. 6 wurde die Dynamik in der Darstellung auf  $\pm 15$  nT, bzw.  $\pm 3$  nT begrenzt (die Extremwerte lagen zum Teil bei weit über  $\pm 2000$  nT).

Abb. 7 zeigt die Standardabweichung der Messwerte je 25 cm Intervall. Großen Einfluss hatte die Hochspannungsleitung der Zugtrasse, welche im Norden die Fläche tangiert. Die Nord-Süd-verlaufende Stromleitung im Osten der Fläche hatte nur geringen Einfluss.



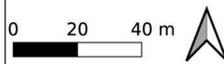
<p>Magnetogramm aus der Differenz der vertikalen Komponente des Erdmagnetfeldes an zwei verschiedenen Höhen, gemessen mit dem 5-kanaligen Gradiometer "MXPDA" der Firma Sensys. Die Messdaten wurden in einem Raster von 0,25 m in x-Richtung (Spurrichtung) und 0,5 m in y-Richtung aufgetragen. Die Dynamik der Skala ist auf -15 bis 15 nT eingestellt. Der hohe Bestandteil an ferromagnetischen Fremdpartikel im Boden führt zu dem Rauschen im Diagramm. Starke und ausgedehnte Anomalien sind jedoch klar erkennbar.</p>	<p>15/11/2021</p>	<p>Deutsche Post AG</p>	 <p>GEO 4 - GESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK UND GEOPHYSIK MBH LANDSTRASSE 1 82131 OBERBRUNN TELEFON: 089/89306000 FAX: 089/89306001 info@geo4.de www.geo4.de</p>
	<p>PRJ_ID: AMWEIC AZ/GEO4: EH21002</p>	<p>Weichering Archäogeomagnetische Untersuchung</p>	
<p>Koordinatensystem: ETRS89 / UTM zone 32N</p>	<p>Magnetogramm</p>		

Abbildung 5: Graustufenplot der ungefilterten Messdaten. Luftbild: [https://geoservices.bayern.de/wms/v2/ogc\\_dop80\\_oa.cgi](https://geoservices.bayern.de/wms/v2/ogc_dop80_oa.cgi)

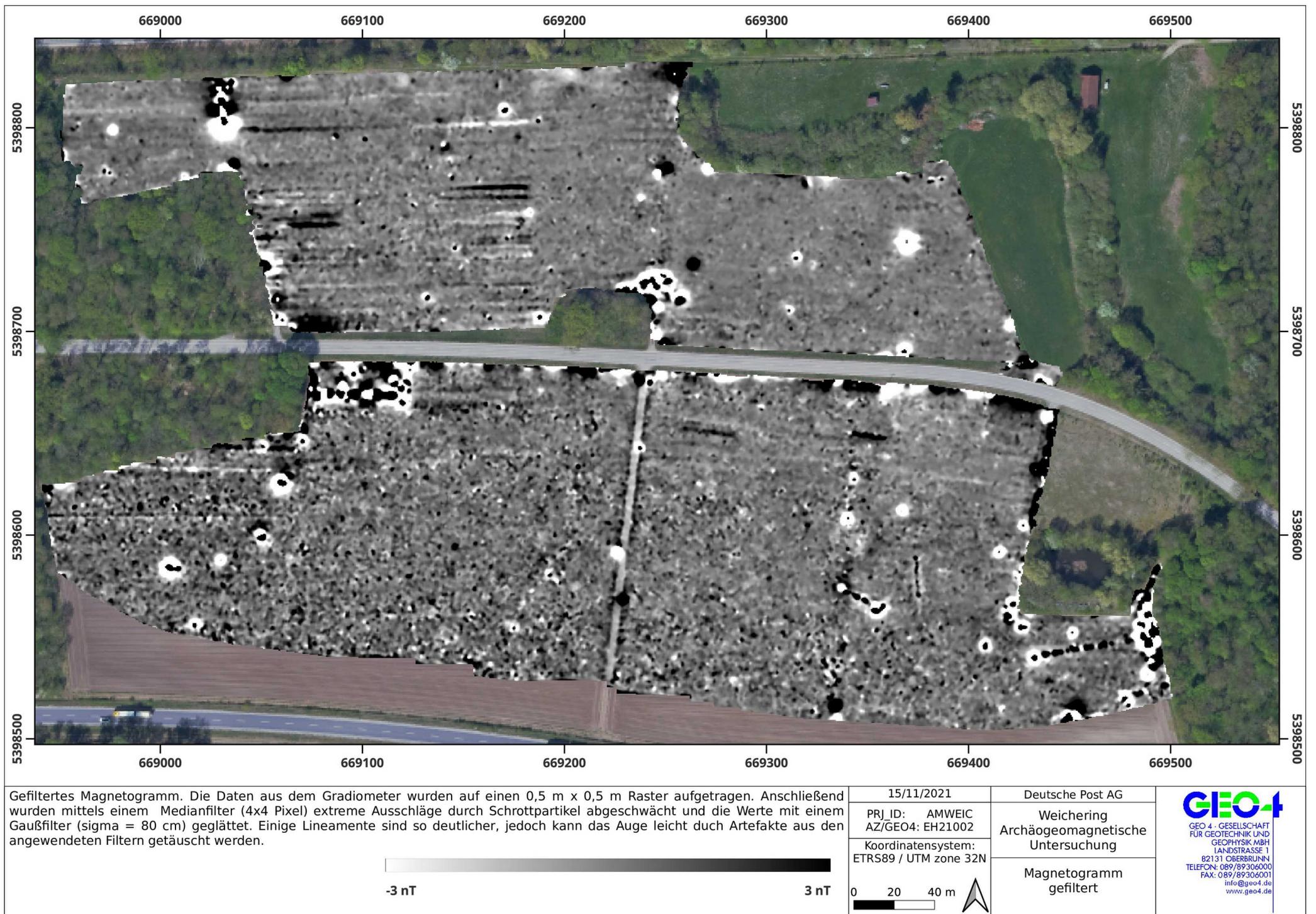


Abbildung 6: Graustufenplot der gefilterten Messdaten. Luftbild: [https://geoservices.bayern.de/wms/v2/ogc\\_dop80\\_oa.cgi](https://geoservices.bayern.de/wms/v2/ogc_dop80_oa.cgi)

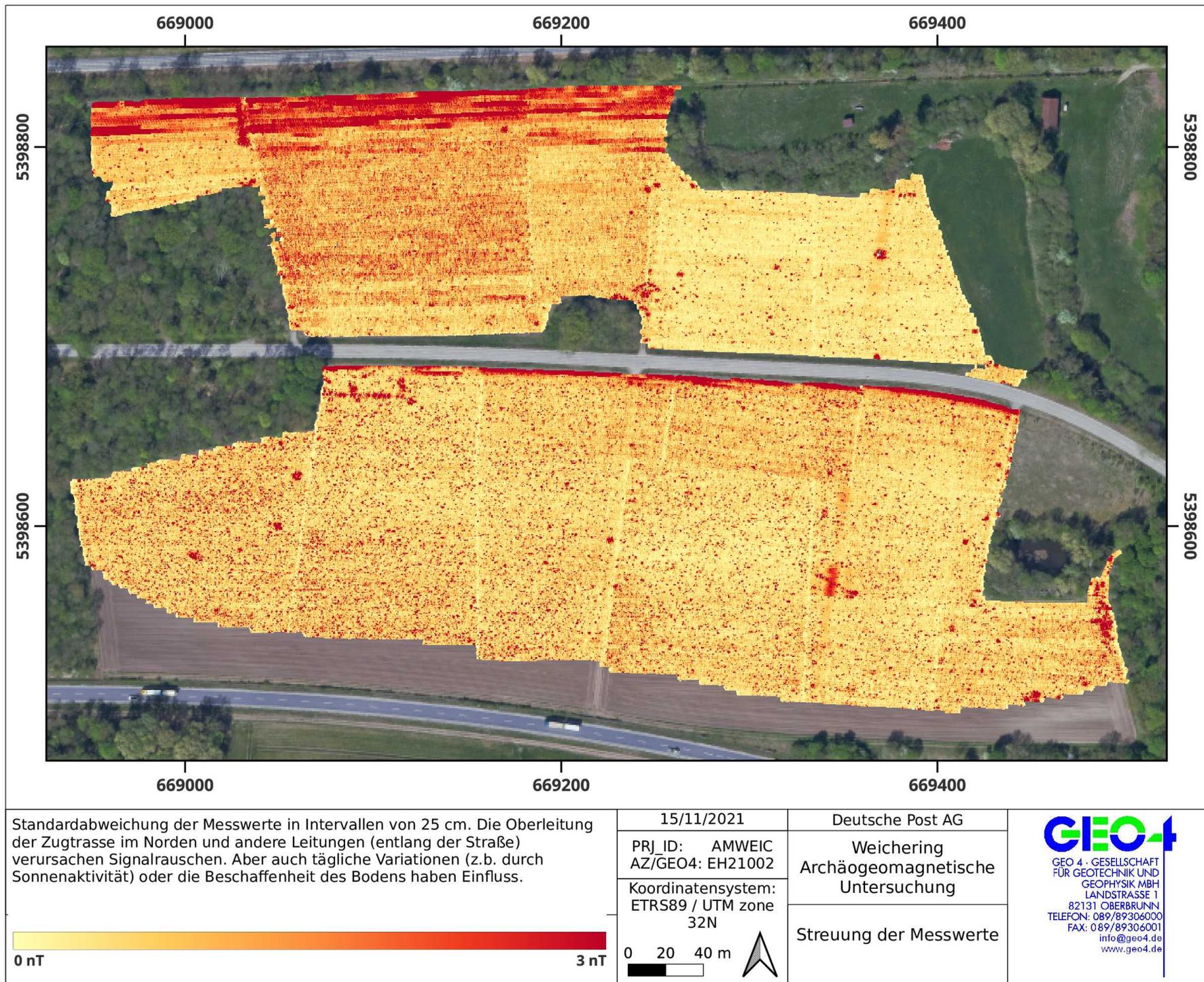


Abbildung 7: Standardabweichung der Messdaten je 25 cm Intervall. Luftbild: [https://geoservices.bayern.de/wms/v2/ogc\\_dop80\\_oa.cgi](https://geoservices.bayern.de/wms/v2/ogc_dop80_oa.cgi)

## 5 Interpretation

### 5.1 Identifizierte Anomalien

In Abb. 8 sind die Anomalien farbig hervorgehoben, deren Ursprung bekannt ist. Entweder spiegeln diese Anomalien optisch erkennbare Objekte wider oder stehen im klaren Zusammenhang mit Auffälligkeiten bei der Messung.

Deutliche Anomalien verursacht der Maschendrahtzaun (grüne Dreiecke in Abb. 8) im Osten der Fläche (Flurstück 243/1), sowie ein Schachtdeckel am östlichen Ende der Grenzlinie zwischen Flurstück 273 und 274. Einige Strommasten waren mit einem Betonfundament verschraubt und verursachten eine ausgedehnte Anomalie mit bis zu 3 m Radius und Amplituden bis 1000 nT, wie beispielhaft der Strommast im Nordosten der Fläche (Flurstück 238). Anomalien von etwa 1 m Radius und ca. 100 nT wurden durch Grenzsteine verursacht, deren Positionen mit den Flurgrenzen übereinstimmen. Die Ackerfurchen in Flurstück 273 zeichnen sich auch im Magnetogramm ab, da der Abstand der Sonden zum Boden variierte. Die so verursachten Amplituden von etwa 10 nT sind jedoch weitaus schwächer als die oben genannten.

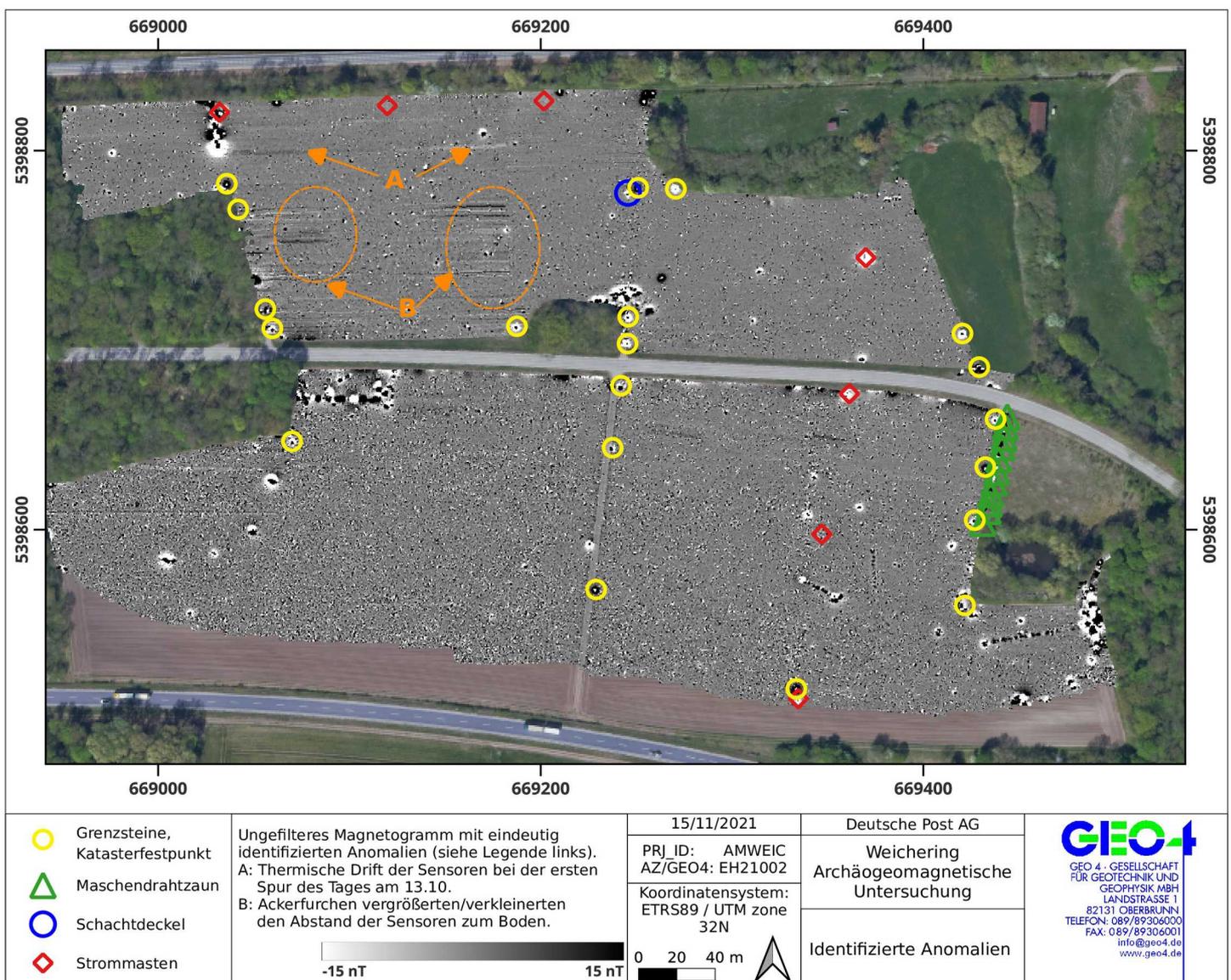


Abbildung 8: Identifizierte Anomalien. Luftbild: [https://geoservices.bayern.de/wms/v2/ogc\\_dop80\\_oa.cgi](https://geoservices.bayern.de/wms/v2/ogc_dop80_oa.cgi)

## 5.2 Anomalien vermutlich modernen Ursprungs

Weitere Anomalien lassen sich auf Grund ihrer räumlichen Form, bzw. der Stärke ihrer Amplitude bestimmten Ursachen zuordnen. Hierbei stützen wir uns jedoch auf Vermutungen, da sie optisch nicht verifizierbar sind. Solche Anomalien sind in Abb. 9 farblich eingezeichnet.

Kleinere Anomalien mit einem Radius von ca. 0,5 m - 1 m und Amplituden von ca. 50 nT wurden aufgrund ihres starken Dipolcharakters mit größeren Schrottteilen oder sonstigen ferromagnetischen Fremdbestandteilen im Boden in Zusammenhang gebracht. Anhäufungen solcher Anomalien an Wegrändern stellen vermutlich neuzeitliche Müllablagerungen dar.

Lineamente mit Anomalien wechselnden Vorzeichens sind Indikatoren für Leitungen, Kanälen oder sonstigen Sparten. Entlang der Kreisstraße ND18 zeichnet sich ein solche Anomalie am nördlichen Rand der südlichen Fläche ab. Vier weitere solcher Anomalien – in Abb. 9 blau gekennzeichnet – befinden sich im Messareal. Zwei davon befinden sich im Norden (Flurstück 277) und Westen (Flurstück 268) und weisen sehr starke Maximalwerte > 500 nT auf (vermutlich Rohrleitungen mit ferromagnetischen Bestandteilen). Die anderen beiden Anomalien diesen Typs

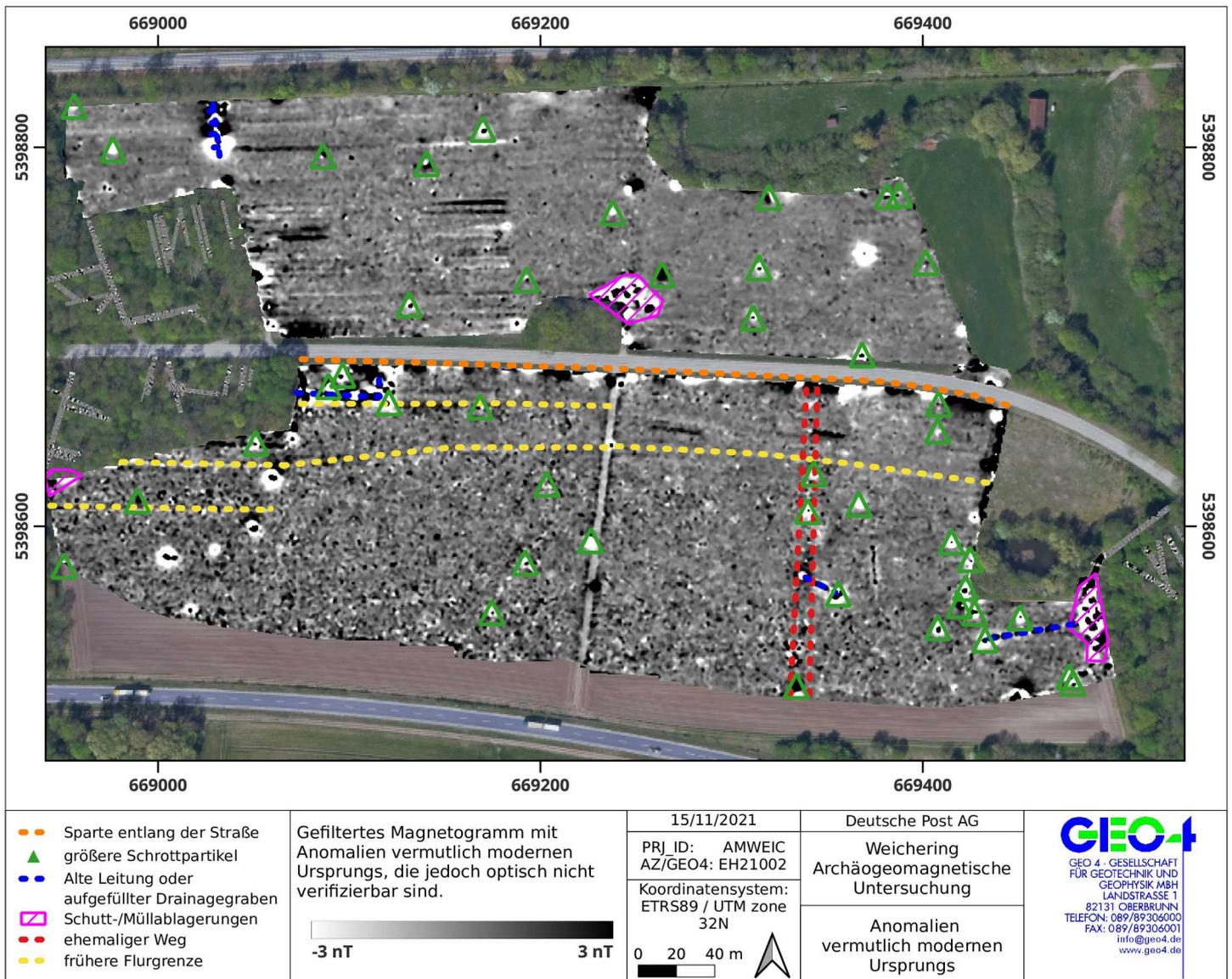


Abbildung 9: Anomalien vermutlich modernen Ursprungs. Luftbild:  
[https://geoservices.bayern.de/wms/v2/ogc\\_dop80\\_oa.cgi](https://geoservices.bayern.de/wms/v2/ogc_dop80_oa.cgi)

liegen im Osten der Fläche (Flurstück 245) und haben geringere Amplituden von etwa 50 - 100 nT. Vermutlich können diese Anomalien mit Tonrohren oder mit durch Schutt verfüllte Drainagegräben im Zusammenhang gebracht werden.

Schwache Lineamente, die in Ostwestrichtung verlaufen, können mit historischen Flurgrenzen erklärt werden. Im Südosten der Fläche häufen sich kleinskalige Anomalien auf einem etwa 5 m breiten, in Nordsüdrichtung verlaufenden Streifen, welcher einen ehemaligen Weg darstellt.

### 5.3 Unbekannte Anomalien

Auffällig sind eine Reihe von rundlichen Anomalien (> 500 nT) im Südwesten der Fläche, welche in Abb. 10 eingekreist und mit einem „A“ gekennzeichnet sind. Die Durchmesser variieren von 2 - 5 m. Die Formen dieser Anomalien ähneln einem Dipolfeld, bzw. wenigen überlagerten Dipolfeldern. Dies spricht für wenige, jedoch stark ferromagnetische oder größere Objekte. Die Halbwertsbreiten der positiven Signalverläufe liegen im Bereich von 25 bis 80 cm. Daraus lässt sich grob eine Tiefenlage von etwa 0,5 m bis maximal 1,6 m. schätzen. Die im Osten liegende, durch ein „B“ gekennzeichnete Anomalie gleicht dem Typ der Anomalien von „A“.

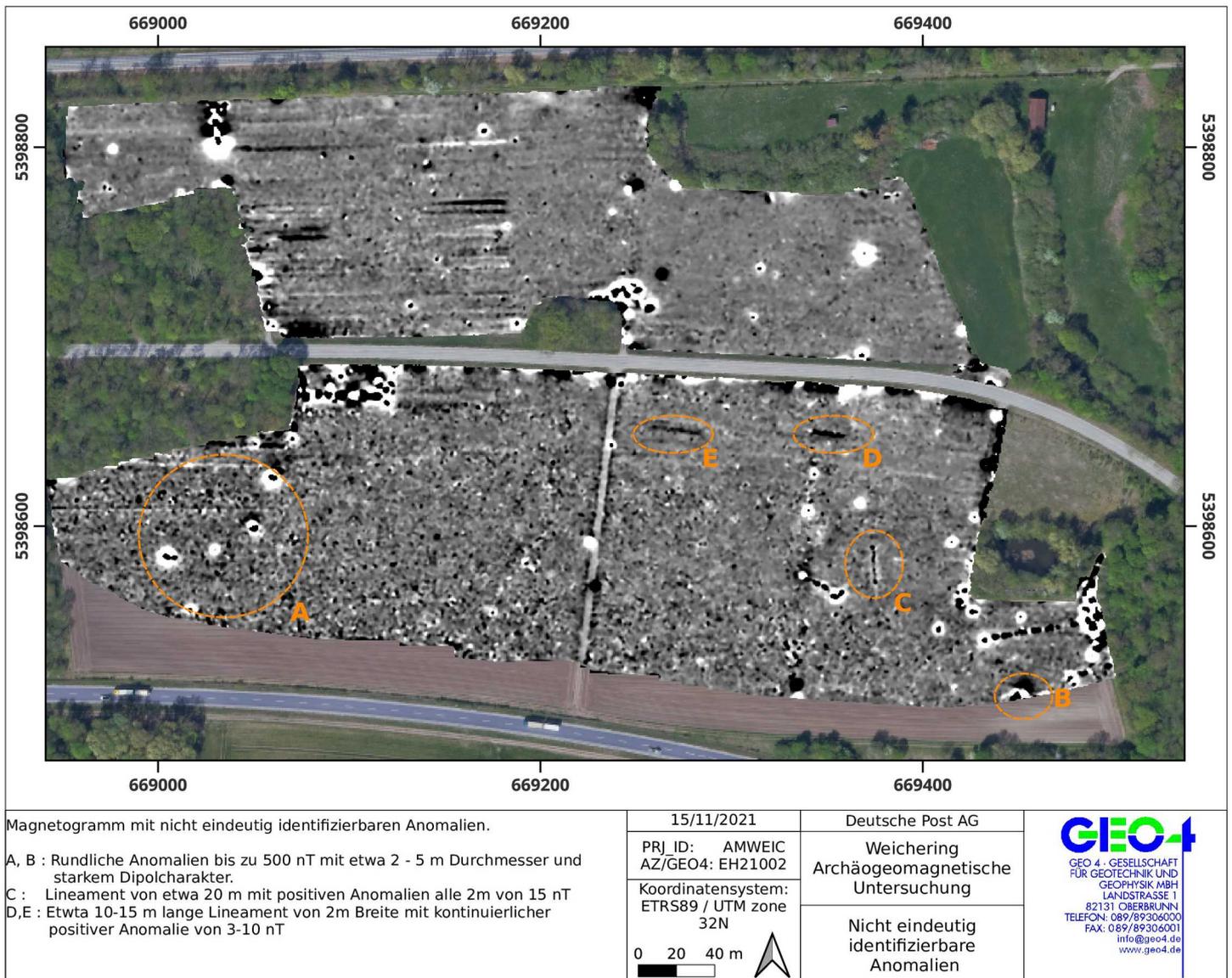


Abbildung 10: Anomalien ungeklärter Ursache. Luftbild: [https://geoservices.bayern.de/wms/v2/ogc\\_dop80\\_0a.cgi](https://geoservices.bayern.de/wms/v2/ogc_dop80_0a.cgi)

Die Nord-Süd verlaufende, lineare Struktur welche in Abb. 10 mit einem „C“ gekennzeichnet ist, setzt sich aus neun positiven Anomalien von etwa 10 - 15 nT zusammen. Die einzelnen Anomalien haben einen Durchmesser von etwa 1 m und liegen relativ gleichmäßig in einem Abstand von 2,5 m zueinander.

Zwei weitere in Ostwestrichtung verlaufende Lineamente („D“ und „E“ in Abb. 10) zeigen eine schwache, kontinuierlich-positive Anomalie von ca. 5 - 10 nT mit einer Breite von 2 m. Es könnte sich hierbei um alte, verfüllte Gräben handeln.

Abb. 11 zeigt das gefilterten Magnetogramm neben dem Luftbild vom April 2020, welches auf dem Flurstück 243/1 ringförmige Strukturen im Bewuchs zeigt. Ähnliche ringförmige Strukturen lassen sich auch im gefilterten Magnetogramm erkennen. Jedoch ergibt ein Vergleich mit den ungefilterten Daten, dass diese Strukturen durch das Filtern entstanden sind und es sich somit um Artefakte handelt.

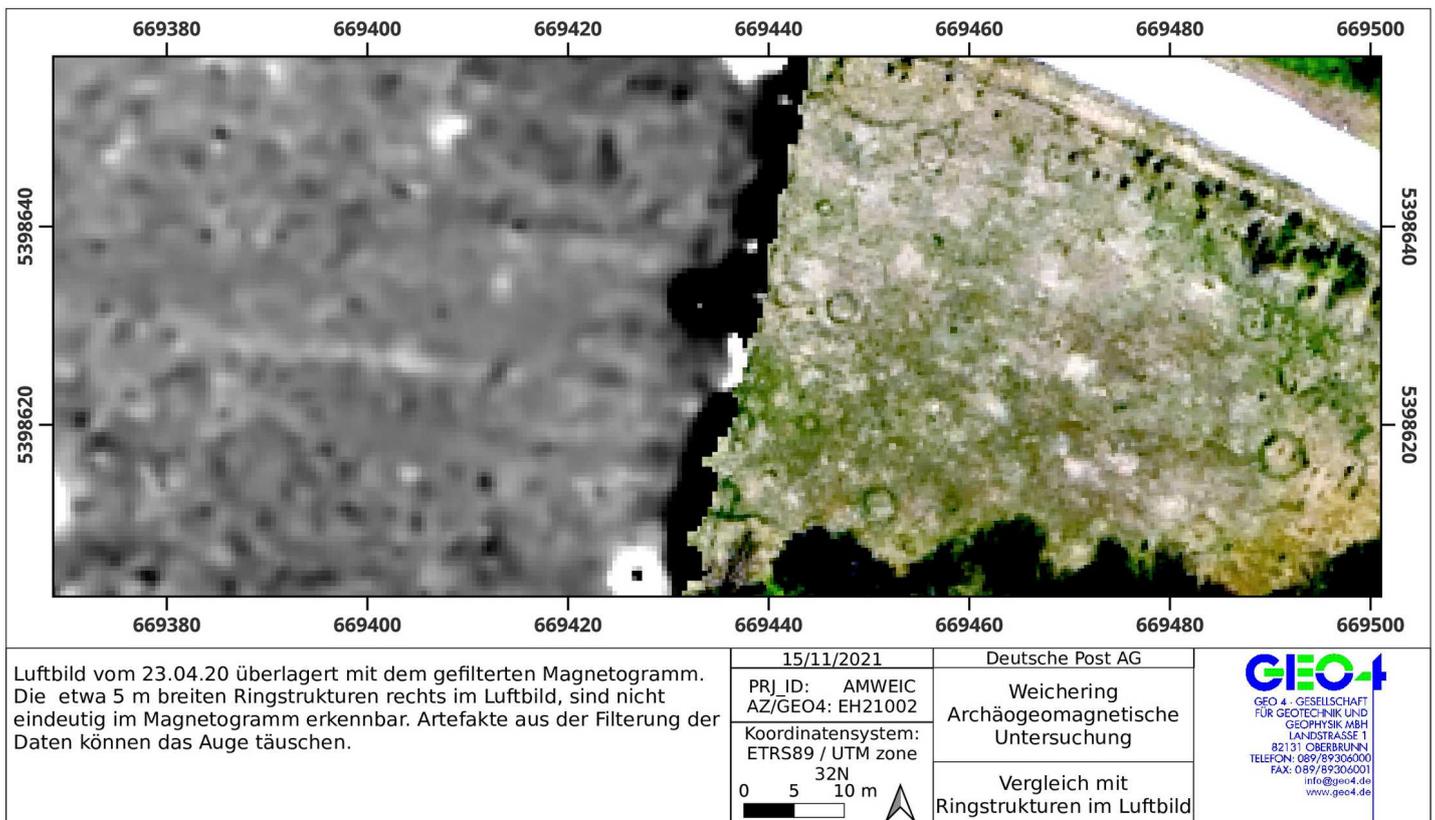


Abbildung 11: Ein Vergleich des gefilterten Magnetogramms mit ringförmigen Strukturen im Luftbild am östlichen Ende der Sondierfläche. Luftbild: <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/?zoom=15&E=669424.48&N=5398631.71&layers=luftbild>

## 6 Zusammenfassung

Im Zuge der archäomagnetischen Untersuchung auf dem Bauareal des geplanten Paketentrums westlich von Weichering wurde vom 4. - 13. Oktober 2021 eine Fläche von etwa 12 Hektar geomagnetisch prospektiert. Die Hälfte der Fläche liegt dabei im Bereich des Bodendenkmals D-1-7233-0482.

Das resultierende Magnetogramm (Abb. 5) offenbart in erster Linie stark durch ferromagnetische Fremtteile verschmutzte Acker. Kleine, aber starke Anomalien überdecken das Bild wodurch eine eingehende Analyse auf archäomagnetische Fossile erschwert wird.

Einige magnetische Anomalien konnten mit sichtbaren Störkörpern in Verbindung gebracht werden. Weitere auffällige Anomalien konnten aufgrund ihrer Form vermutlich modernen Objekten zugeschrieben werden. Es gibt jedoch einige unverstandene Anomalien die eventuell Hinweise auf archäologisch interessante Strukturen geben können (Abb. 10).

Eine Glättung der Daten durch einen Median-, bzw. Gaußfilter, zeichnet zwar einige Anomalien deutlicher, jedoch können wir auch in den gefilterten Daten keine weiteren archäologischen Magnetofossilien erkennen. Eventuell bedarf es dazu das geübte Auge eines darauf spezialisierten Archäologen.

Der Befund bedeutet nicht, dass die Existenz von archäologisch-wertvollen Objekten auf dieser Fläche ausgeschlossen werden kann. Die in diesem Bericht getroffenen Aussagen sind Interpretation der vor Ort ermittelten Messwerte.

Oberbrunn, 12.11.21



Emanuel Hecht (M.Sc. Physics.)



Andreas Böhme (Dipl.-Geophys.)