

# Geophysikalischer Bericht

Projekt: Precision Scan Eichenzell Kampfmittelsondierung

---

Ort: 36124 Eichenzell

Auftraggeber: Gemeinde Eichenzell

---

Ansprechpartner: Nico Schleicher

Berichtnummer: 2024041948

---

Projektleitung: Dr. Agnes Matysiak

Datum Sondierung: 17.04.2024

Datum Bericht: 19.04.2024

---

Bericht erstellt durch: Alexander Weyer

# Zusammenfassung

Messverfahren	drohnen- und bodengestützte Geomagnetik
Messgerät	MagSurv System (Cäsium-Dampf Magnetometer) und MXPDA Mehrkanal-sonde
Flächengröße	3,7 Hektar Geomagnetik
Profilabstand	0,5 m Geomagnetik
Messbereich	0-5 m ab GOK
Bodengutachten	Liegt nicht vor
Versorgungsleitung	Nicht bekannt
Ergebnis	Die gesamte Fläche wurde mit der Geomagnetik untersucht. Es wurden insgesamt 30 Objekte mit einem magnetischen Moment größer $1 \text{ Am}^2$ detektiert. Die Fläche wird bis auf eine Tiefe von 5 Metern freigegeben.

## Inhaltsverzeichnis

1. Auftragsbeschreibung.....	4
2. Methodik .....	5
2.1. Geomagnetik.....	5
2.2. Bodengestützte Magnetik.....	5
2.3. Drohnen-Geomagnetik .....	6
2.4. Datenprozessierung .....	6
3. Durchgeführte Messungen.....	7
4. Ergebnisse der Messung.....	8
4.1. Ergebnis Kampfmittelsondierung .....	8
5. Datenzugang.....	8
Fachkunde.....	8
Abschlussbemerkung.....	9
Anhang.....	9

# 1. Auftragsbeschreibung

---

Aufgrund von geplanten Baumaßnahmen / Als Entscheidungshilfe! für eine Kaufentscheidung/... wurde die Firma ASDRO GmbH (AN) von der Gemeinde Eichenzell (AG) geomagnetischen Vermessung beauftragt. Die Untersuchungsfläche befindet sich in Eichenzell.

Ziel der Untersuchung ist das Auffinden und Verorten von:

- Leitungen
- Fundamenten/Altbebauungen
- magnetischen Störkörpern
- Kampfmitteln ab einer Größe von ca. 50 kg<sup>1</sup>

Kundenseitig angestrebtes Sondierungs-/Räumziel:

Die geplanten Baumaßnahmen sehen Bodeneingriffe bis zu einer Tiefe von 5 m vor. Aufgrund dessen wird eine (eingeschränkte) Kampfmittelmittelfreiheit bis zu dieser Tiefe angestrebt. Bei dem Gebiet handelt es sich um ein Verdachtsgebiet für Bombenabwurf (Objektsuche zwischen 2-100 Am<sup>2</sup>). Aus diesem Grund wird insbesondere auf Störkörper mit einem magnetischen Moment größer 1 Am<sup>2</sup> ausgewertet.

Die Untergrundbeschaffenheit der Untersuchungsfläche erlaubt aufgrund von Vornutzung und geologischen Rahmenbedingungen eine sichere Detektion von Kampfmitteln bis 5 m unter Geländeoberkante (GOK). Die Auswertetiefe wurde daher auf 5 m u. GOK beschränkt.



Abbildung 1 Luftbild der Fläche am Tag der Sondierung

---

<sup>1</sup> [https://www.munitionsbergung.at/wp-content/uploads/2019/12/objektbewertung\\_magnetisches\\_moment.pdf](https://www.munitionsbergung.at/wp-content/uploads/2019/12/objektbewertung_magnetisches_moment.pdf)

## 2. Methodik

---

Für die Untersuchung wurden die folgenden Verfahren zur Erkundung des Untergrundes und der Oberfläche angewandt:

### 2.1. Geomagnetik

Bei der Geomagnetik handelt es sich um ein passives geophysikalisches Verfahren, d.h. es werden im Gegensatz zu aktiven Verfahren keine physikalischen Felder während der Messung künstlich erzeugt. Die Sensorik zeichnet das vor Ort herrschende magnetische Feld auf, welches die Dichte des magnetischen Flusses beschreibt. Die magnetische Flussdichte wird in Nanotesla (nT) gemessen. Das aufgezeichnete Magnetfeld setzt sich aus dem Erdmagnetfeld und weiteren magnetischen Einflussfaktoren, wie z.B. ferromagnetische Störkörpern im Untergrund zusammen. Letztere führen zu einer lokalen Änderung der magnetischen Flussdichte um den Körper. Diese Änderung kann mit Hilfe der aufgezeichneten Messdaten während der Auswertung berechnet und Störkörper als magnetische Anomalien identifiziert werden. <sup>2</sup>

Bei der Auswertung der Daten wird zwischen langwelligigen und kurzwelligen Anomalien unterschieden. Sehr langwellige Anomalien können auf geologische Strukturen hinweisen (Bsp. Basalt in vulkanischen Gebieten). Kurzwelligen Anomalien werden durch einzelne Objekte oder örtlich sehr begrenzte Störungen hervorgerufen (Bsp. Leitungen, Fundamente, archäologische Strukturen, Kampfmittel, Störkörper).

Die Stärke der Anomalien von Störkörpern oder Kampfmitteln hängt vor allem von der Geometrie und der Materialzusammensetzung des Körpers sowie von seiner Lageposition ab. Mit zunehmender Entfernung des Objektes zum Sensor nehmen die Werte ab (Abstandsfaktor). Für Kampfmittel wird Neben der Lage auch das magnetische Moment ( $Am^2$ ) berechnet. Dieses beschreibt die "*magnetische Masse*" des Objektes und kann mit Hilfe von Referenzen auf bestimmte Munitionstypen und Größen zurückgeführt werden. Grundsätzlich werden immer die Überlagerungen aller auftretenden Anomalien gemessen. Deshalb können Objekte welche nahe beieinander liegen meist nicht voneinander abgegrenzt werden.

Leitungen sind als eine Kette von positiven und negativen Anomalien zu erkennen. Zur Interpretation wird eine Datenregression dieser Anomalien durchgeführt. Einige Leitungen können aus einem rein positiven Ausschlag bestehen. Diese Anomalien weisen auf Drainagen oder Leitungen aus Beton oder Ton hin. Größere Pipelines können eine extreme örtliche Veränderung des Magnetfeldes hervorrufen. In diesen Bereichen ist eine klare Aussage über einzelne Anomalien oder genaue Leitungsverläufe nicht möglich.

### 2.2. Bodengestützte Magnetik

Bei der bodengestützten Magnetik werden Gradiometer eingesetzt. Bei einem Gradiometer befinden sich zwei (vektorielle) Magnetometer in einem Abstand von 0,5 bis 1 Meter übereinander, welche durch Differenzbildung den Gradienten des Magnetfeldes abbilden. Der Abstand variiert dabei

---

<sup>2</sup> <http://www.geophysik.de/messverfahren/geomagnetik/>

herstellerabhängig. Für die Flächendetektion werden mehrere Gradiometer in einer horizontalen Anordnung betrieben, um eine größere Flächenleistung zu erreichen. Der horizontale Abstand beträgt dabei meist 0,25 - 0,5 Meter zwischen den Gradiometern. Bei 5 Gradiometern mit einem Abstand von 0,5 Metern (Mehrkanalsystem) wird so eine Sondierbreite von 2 Metern erreicht. Die Sonden sind an einem Handwagen montiert, mit welchem die zu untersuchende Fläche entlang von parallelen Linien gesannt wird. Die Verortung der Messdaten erfolgt dabei GPS gestützt oder mit einem Laufgrad (Odometer). Bei der Berechnung von Tiefe und Objektgröße wird ein Dipolmodell mit einem Abstandsfaktor  $\frac{1}{r^4}$  verwendet ( $r$  = Abstand zum Objekt). Dies bedeutet, dass die gemessene Intensität des Magnetfeldes eines Objektes exponentiell mit dem Abstand zum Sensor abnimmt. Ein Objekt mit 100 nT Amplitude in einem Abstand von 1 Meter hat bei einem Abstand von 3 Metern einen Ausschlag von 6,25 nT ( $100 \cdot \frac{1}{(3m-1m)^4} = 6,25 \text{ nT}$ ).

### 2.3. Drohnen-Geomagnetik

Bei der drohnengestützten Magnetik werden Totalfeldmagnetometer eingesetzt. Diese haben den Vorteil, dass sie einen wesentlich geringeren Richtungsabhängigen Fehler (engl. Heading error) aufweisen und eine höhere Auflösung als Gradiometer haben. Die Verortung der Messdaten geschieht GPS gestützt und zeitlich synchronisiert mit der Position der Drohne. Bei der Berechnung von Einzelobjekten wird ein Dipolmodell mit einem Abstandsfaktor von  $\frac{1}{r^3}$  verwendet ( $r$  = Abstand zum Objekt). Dies bedeutet, dass die gemessene Intensität des Magnetfeldes eines Objektes exponentiell mit dem Abstand zum Sensor abnimmt. Ein Objekt mit 100nT Amplitude in einem Abstand von 1 Meter hat bei einem Abstand von 3 Metern einen Ausschlag von 12,5 nT ( $100 \cdot \frac{1}{(3m-1m)^3} = 12,5 \text{ nT}$ ).

### 2.4. Datenprozessierung

Bei der Datenprozessierung im Anschluss an die Sondierung werden folgende Filtermethoden angewendet:

- Frequenzfilter für Umgebungsrauschen (Netzstrom, DB-Strom, etc.)
- Tagesgang-Korrektur
- optional örtlicher Hochpassfilter (z.B. für geologisches Umgebungsrauschen)

Zusätzlich müssen folgende Korrekturen aufgrund des drohnengestützten Verfahrens durchgeführt werden:

- Positionskorrektur
- Höhenkorrektur
- Flugprofilfilter
- Kompensation von Sensorbewegungen

Die Position des Sensors unter der Drohne wurde durch eine Positionskorrektur berechnet. Die Drohne und das Magnetometer verfügen über Lagesensoren, welche die Position korrigieren. Tests haben gezeigt, dass sich die Position des Sensors unter der Drohne auf 20 Zentimeter genau bestimmen lässt.

Anders als bei handgestützten Methoden, bei denen der Vermesser von Hand die Geräte ein- und ausschalten kann, muss bei drohnengestützten Verfahren ein Flugprofilfilter angewandt werden. Dieser beinhaltet das Zuschneiden der Flugfenster aufgrund der Drohnen-Logfiles und der geplanten Fläche sowie ein Filter bei Abweichung von der geplanten Flughöhe über Grund.

### 3. Durchgeführte Messungen

---

Es wurde eine Fläche von ca. 3,7 Hektar mittels Geomagnetik vermessen. Die Gesamtfläche wurde zur Befliegung in 3 Teilflächen unterteilt.

Auf der Fläche wurde vollflächig mittels Drohnen-Geomagnetik sondiert und digital aufgezeichnet. Der Messpunktabstand betrug dabei 10 cm und es wurde in einem Raster von 0,5 m geflogen. Die Flughöhe betrug gemittelt 1,5 m ab GOK.



*Abbildung 2: Das verwendete Messsystem während des Flugs.*

Die Messdatenaufnahme erfolgte GPS gestützt, die Verortung der Messdaten erfolgte mit DGPS mit einer horizontalen Genauigkeit von kleiner 5 cm.

In Randbereichen wurde die Fläche mit einem Mehrkanalwagen der Firma SENSYS herkömmlich befahren. Der Sondenabstand betrug wie bei der Drohnengestützten Sondierung 0,5 Meter,

## 4. Ergebnisse der Messung

---

Folgende Untersuchungsergebnisse konnten aus den erhobenen Daten abgeleitet:

### 4.1. Ergebnis Kampfmittelsondierung

Im Rahmen der Untersuchung konnten 30 Anomalien mit Verdacht auf Kampfmittel auf der Auftragsfläche detektiert werden. Die aufgezeigten Verdachtsmomente sind als Belastung des Untergrunds durch Altlasten einzustufen. Störkörper aus der Bodensondierung sind mit einem x in einem Kreis gekennzeichnet. Störkörper aus der Drohnensondierung mit einem Punkt in einem Kreis.

Die Messdaten in den grün schraffierten Bereichen liefern keine Hinweise auf Kampfmittel mit dem Kaliber > 50 kg (magnetisches Moment >1 Am<sup>2</sup>) bis in eine Tiefe von 5 m. Die Messdaten in den rot schraffierten Bereichen sind aufgrund von ferromagnetischen Störeinflüssen nicht eindeutig auswertbar. Hier kann keine Aussage über eine mögliche Kampfmittelbelastung im Untergrund getroffen werden.

Insgesamt wurden 36.000 m<sup>2</sup> (10.000 m<sup>2</sup> = 1 ha) als kampfmittelfrei bewertet. Die Struktur der detektierten Anomalien deuten auf Objekte mit magnetischem Moment größer als 1 Am<sup>2</sup> hin.

Eine Klärung der Signalursachen ist aus Sicht der ASDRO GmbH vor Beginn jedweder Baumaßnahmen zu empfehlen.

## 5. Datenzugang

---

Die Karten sind dem Bericht angefügt. Alle projektrelevanten Dateien (Shape-Daten, Berichte, Karten) können zusätzlich online unter [www.data.asdro.io](http://www.data.asdro.io) eingesehen sowie in hoher Auflösung heruntergeladen werden. Zusätzlich finden Sie die Visualisierung der Ergebnisse im ASDRO-Kartenportal unter [www.asdro.io](http://www.asdro.io). Dieses Portal und seine Inhalte können bei vor Ort Begehungen mit jedem mobilen Endgerät interaktiv genutzt werden. Die Zugangsdaten werden dem AG in einer separaten Mail zugesandt.

## Fachkunde

---

Qualifikationen ASDRO GmbH:

§7 SprengG  
§20 SprengG

Geophysiker\*innen, Geowissenschaftler\*innen, Geoinformatiker\*innen  
Drohnenpiloten A1/A2/A3

## Abschlussbemerkung

---

Die hier dargestellten Ergebnisse stellen die Auswertung der vor Ort aufgenommenen Messdaten dar. Es wird gemäß ATV DIN 18299 Abschnitt 0.1.17 VOB/C darauf hingewiesen, dass trotz fachgerechter Untersuchung und Beräumung nach den anerkannten Regeln der Technik und den gesetzlichen Vorgaben nicht auszuschließen ist, dass sich auf den untersuchten Flächen weiterhin Kampfmittel befinden. Bei jeglichem Verdacht des Antreffens von Kampfmitteln ist deshalb die zuständige Behörde zu benachrichtigen und sind die Bauarbeiten in diesem Bereich einzustellen.

Essen, 19.04.2024



---

Alexander Weyer

## Anhang

---

- Lageplan Untergrund inkl. Störkörper (\*.pdf)
- Geometrien Untergrund (\*.shp und \*.dxf)
- Objektliste (\*.csv)

549100.000

549200.000

549300.000

549400.000

### Kampfmittelsondierung Eichenzell

Gemeinde Eichenzell  
Eichenzell  
Untergrund - Kampfmittel



#### Zeichenerklärung

- Flurstücke
- Untergrund
  - Verdachtspunkte Bodensonde
  - Verdachtspunkte Drohne
- Altlasten
  - Altbebauung
  - Aufschüttung
- Kampfmittel Flächenklassifizierung
  - Kategorie 1: Kampfmittelfrei bis 5m Tiefe
  - Kategorie 2: weiterer Erkundungsbedarf
  - Kategorie 4: Kampfmittelbelastet
  - nicht sondierbar

Koordinatensystem:  
ETRS89 / UTM zone 32N  
EPSG:25832

Kartenmaßstab: 1:750

Vorhaben: Kampfmittelsondierung  
Eichenzell  
Auftraggeber: Gemeinde Eichenzell  
Adresse: Schlossgasse 4; 36124  
Eichenzell

Ort:  
Fasanenhof  
36124 Eichenzell

Karte erstellt: 25.04.2024  
Autor: Florian Scholz

Datum der Sondierung: 17.04.2024  
Datum der Räumung: -

Plan freigegeben durch:   
Julian Beautemps (S20 SprengG)



549100.000

549200.000

549300.000

549400.000

5594800.000

5594700.000

5594600.000

5594800.000

5594700.000

5594600.000

## Beschreibung der Kategorisierung

Kategorie 1: Der Kampfmittelverdacht (bis zu einer Tiefe von 5 m) hat sich nicht bestätigt. Es besteht kein weiterer Handlungsbedarf.

Kategorie 2 – Auf der Fläche werden Kampfmittelbelastungen vermutet oder wurden festgestellt. Für die Gefährdungsabschätzung sind weitere Daten erforderlich. Es besteht weiterer Erkundungsbedarf.

Kategorie 3 – Die festgestellte Kampfmittelbelastung stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Gefährdung dar. Sie ist zu dokumentieren. Bei Nutzungsänderungen und /oder Infrastrukturmaßnahmen ist eine Neubewertung durchzuführen. Daraus kann sich ein neuer Handlungsbedarf ergeben.

Kategorie 4 – Die festgestellte Kampfmittelbelastung stellt eine Gefährdung dar, die eine Beseitigung erfordert.

Kategorie 5 – Die Kampfmittelbelastung wurde vollständig geräumt.

**Attributtabelle Drohnensondierung**

Nr.	Tiefe [m]	MagnMoment	x	y
1	1,39	1,66	549155,63	5594661,81
2	2,35	8,87	549110,32	5594730,23
3	5,94	78,06	549115,38	5594679,56
4	3,38	16,28	549115,69	5594685,11
5	1,64	2,71	549192,82	5594731,49
6	2,42	6,47	549272,73	5594640,99
7	3,06	9,89	549137,24	5594629,77
8	8,50	86,61	549240,41	5594755,34
9	3,58	5,59	549322,48	5594739,57
10	2,92	4,19	549259,43	5594663,31
11	2,68	4,22	549346,65	5594667,74
12	2,10	3,72	549156,44	5594654,19
13	1,67	1,59	549162,26	5594655,91
14	3,00	5,37	549235,43	5594643,30
15	4,18	19,78	549248,75	5594692,37
16	2,76	5,57	549292,39	5594680,02
17	3,19	6,37	549331,95	5594661,12

**Attributtabelle Bodensondierung**

"Nr."	Tiefe [m]	MagnMoment	X	Y
B1	1,47	1,37	549120,10	5594626,26
B2	1,40	1,97	549119,67	5594645,63
B3	0,49	1,20	549115,00	5594661,98
B4	1,29	1,60	549155,30	5594662,94
B5	1,25	1,70	549093,24	5594702,49
B6	0,98	1,11	549189,73	5594753,19
B7	1,29	1,72	549296,93	5594770,39
B8	1,31	1,28	549326,81	5594771,35
B9	0,91	1,14	549361,23	5594774,97
B10	0,97	6,95	549354,48	5594760,58
B11	0,48	1,16	549355,20	5594758,81
B12	1,32	1,06	549350,62	5594762,08
B13	0,6	1,48	549369,22	5594670,06

549100.000

549200.000

549300.000

549400.000

### Kampfmittelsondierung Eichenzell

Gemeinde Eichenzell  
Eichenzell  
Untergrund - Kampfmittel



#### Zeichenerklärung

- Flurstücke
- Untergrund
  - Verdachtspunkte Bodensonde
  - Verdachtspunkte Drohne
- Altlasten
  - Altbebauung
  - Aufschüttung
- Kampfmittel Flächenklassifizierung
  - Kategorie 1: Kampfmittelfrei bis 5m Tiefe
  - Kategorie 2: weiterer Erkundungsbedarf
  - Kategorie 4: Kampfmittelbelastet
  - nicht sondierbar
- OpenStreetMap  
GoogleSatellite

Koordinatensystem:  
ETRS89 / UTM zone 32N  
EPSG:25832

Kartenmaßstab: 1:750

Vorhaben: Kampfmittelsondierung  
Eichenzell  
Auftraggeber: Gemeinde Eichenzell  
Adresse: Schlossgasse 4; 36124  
Eichenzell

Datum der Sondierung: 17.04.2024  
Datum der Räumung: -

Ort:  
Fasanenhof  
36124 Eichenzell

Plan freigegeben durch:   
Julian Beautemps (S20 SprengG)

Karte erstellt: 25.04.2024  
Autor: Florian Scholz

5594800.000

5594700.000

5594600.000

5594800.000

5594700.000

5594600.000



## Beschreibung der Kategorisierung

Kategorie 1: Der Kampfmittelverdacht (bis zu einer Tiefe von 5 m) hat sich nicht bestätigt. Es besteht kein weiterer Handlungsbedarf.

Kategorie 2 – Auf der Fläche werden Kampfmittelbelastungen vermutet oder wurden festgestellt. Für die Gefährdungsabschätzung sind weitere Daten erforderlich. Es besteht weiterer Erkundungsbedarf.

Kategorie 3 – Die festgestellte Kampfmittelbelastung stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Gefährdung dar. Sie ist zu dokumentieren. Bei Nutzungsänderungen und /oder Infrastrukturmaßnahmen ist eine Neubewertung durchzuführen. Daraus kann sich ein neuer Handlungsbedarf ergeben.

Kategorie 4 – Die festgestellte Kampfmittelbelastung stellt eine Gefährdung dar, die eine Beseitigung erfordert.

Kategorie 5 – Die Kampfmittelbelastung wurde vollständig geräumt.

**Attributtabelle Drohnensondierung**

Nr.	Tiefe [m]	MagnMoment	x	y
1	1,39	1,66	549155,63	5594661,81
2	2,35	8,87	549110,32	5594730,23
3	5,94	78,06	549115,38	5594679,56
4	3,38	16,28	549115,69	5594685,11
5	1,64	2,71	549192,82	5594731,49
6	2,42	6,47	549272,73	5594640,99
7	3,06	9,89	549137,24	5594629,77
8	8,50	86,61	549240,41	5594755,34
9	3,58	5,59	549322,48	5594739,57
10	2,92	4,19	549259,43	5594663,31
11	2,68	4,22	549346,65	5594667,74
12	2,10	3,72	549156,44	5594654,19
13	1,67	1,59	549162,26	5594655,91
14	3,00	5,37	549235,43	5594643,30
15	4,18	19,78	549248,75	5594692,37
16	2,76	5,57	549292,39	5594680,02
17	3,19	6,37	549331,95	5594661,12

**Attributtabelle Bodensondierung**

"Nr."	Tiefe [m]	MagnMoment	X	Y
B1	1,47	1,37	549120,10	5594626,26
B2	1,40	1,97	549119,67	5594645,63
B3	0,49	1,20	549115,00	5594661,98
B4	1,29	1,60	549155,30	5594662,94
B5	1,25	1,70	549093,24	5594702,49
B6	0,98	1,11	549189,73	5594753,19
B7	1,29	1,72	549296,93	5594770,39
B8	1,31	1,28	549326,81	5594771,35
B9	0,91	1,14	549361,23	5594774,97
B10	0,97	6,95	549354,48	5594760,58
B11	0,48	1,16	549355,20	5594758,81
B12	1,32	1,06	549350,62	5594762,08
B13	0,6	1,48	549369,22	5594670,06