



Geophysik • Geologie • Geotechnik • Consulting

Dr. Heinrich Krummel
Dr. Markus Janik

Von-Hymmen-Platz 1
53121 Bonn

0228-257102
www.geofact.de



Geophysik unter schwierigen Bedingungen

Dr. Heinrich Krummel
geoFact GmbH (Bonn)

**5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022**

**Bildungszentrum der Bundeswehr
- Bundesakademie -
Seckenheimer Landstraße 12
68163 Mannheim**

***Fotos: H. Krummel,
soweit nicht anders
gekennzeichnet***

Geophysik unter schwierigen Bedingungen

Was sind schwierige Bedingungen?

Zu unterscheiden: Innere und äußere Bedingungen

Innere: Das Kampfmittel selbst ist problematisch.



z.B. Glasmine

Äußere: Die Umgebung, in der sich das Kampfmittel gesucht wird.



Vorweg:

Vor dem Einsatz eines geophysikalischen Verfahrens zur Kampfmittelsuche müssen u.a. folgende Fragen geklärt sein:

- **Was ist das Räumziel?** (Abwurfmunition, Kleinmunition?)
- **Aus welchem Material bestehen die Kampfmittel?**

Glasmine



Quelle:
https://de.wikipedia.org/wiki/Glasmine_43

**Deutsche
Schützenmine**



Quelle:
https://de.wikipedia.org/wiki/Schützenmine_42

- **Bis zu welcher Tiefe werden Kampfmittel erwartet?**
- **Bis zu welcher Tiefe soll geräumt werden?**

- **Welche Kampfmittel werden vermutet (Typ, Größe, Gewicht, Anzahl, ...)?**
- **In welchen Bodenverhältnissen liegen die Kampfmittel (gewachsener Untergrund, bindige/nicht bindige Böden, geordnete/ungeordnete Aufschüttung, ...)?**
- **In welcher minimalen/maximalen Teufenlage werden die Kampfmittel vermutet?**
- **Welche Störkörper können die Kampfmittel maskieren (Metallschrott, Metallleitungen/-kabel, Oberflächenversiegelungen wie armierter Beton, Schlacke...)**
- **In welcher Umgebung befindet sich die abzusuchende Fläche (Stadtgebiet, Land, Nähe zu Gleiskörpern, Gebäuden, ...)?**
- **Welche Größe besitzt die abzusuchende Fläche?**
- **Wie ist die abzusuchende Fläche beschaffen (Zugänglichkeit, Begehbarkeit/ Befahrbarkeit, Bewuchs, Morphologie, ...)?**

Geophysikalische Verfahren: Verfahrensüberblick

- **MS-Sonde** (**M**etall-**S**uchgerät, **M**inen-**S**uchgerät)
- **Magnetische Verfahren**
- **TDEM-Verfahren** (**T**ime **D**omain **E**lectromagnetics)
- **Georadar**
- **AreaTEM** bzw. **UltraTEM**
- **INN-Verfahren** (**I**mpuls-**N**eutron-**N**eutron-Technik)

Funktionsweise und Geräte

Möglichkeiten/Grenzen des Verfahrens

MS-Sonde

Aufgabe:

Metalldetektoren, auch unter der Bezeichnung Minensuchgeräte bekannt, dienen zur Lokalisierung von elektrisch leitfähigen Gegenständen im Erdboden oder im Wasser in Abhängigkeit von ihrem Metallanteil bis zu einer Tiefe von ca. 40 cm



Quelle: www.foerstergroup.de

Minensuchgerät MINEX 2FD 4.500 Der Firma Föerster

Anwendungsmöglichkeiten:

- **Lokalisierung von Kabeln und Leitungen im Bauwesen**
- **Lokalisierung von Kanaldeckeln, Hydranten**
- **Suche nach Waffen und anderen Gegenständen bei den Sicherheits-, Zoll- und Grenzorganen**
- **Suche nach Minen und Blindgängern im militärischen Bereich und in der Kampfmittelräumung**
- **Archäologische Untersuchungen**



• Messgeräte:

Gängige MS-Sonden bestehen aus:

- Suchspule
- Tragerohr mit Griff und Armstütze
- Elektronikteil mit Batteriefach
- Die Batterien gewährleisten bei mittleren Temperaturen eine Arbeitsbereitschaft von 30 – 60 Stunden.
- Das Gewicht der Geräte liegt zwischen 1,4 kg und 3,1 kg
- Zusatzteile wie Kopfhörer, Prüfmittel u.a.
- Bei zusätzlicher Messwerterfassung: Datenlogger





Suche nach oberflächennahem Schrott mit MS-Sonde



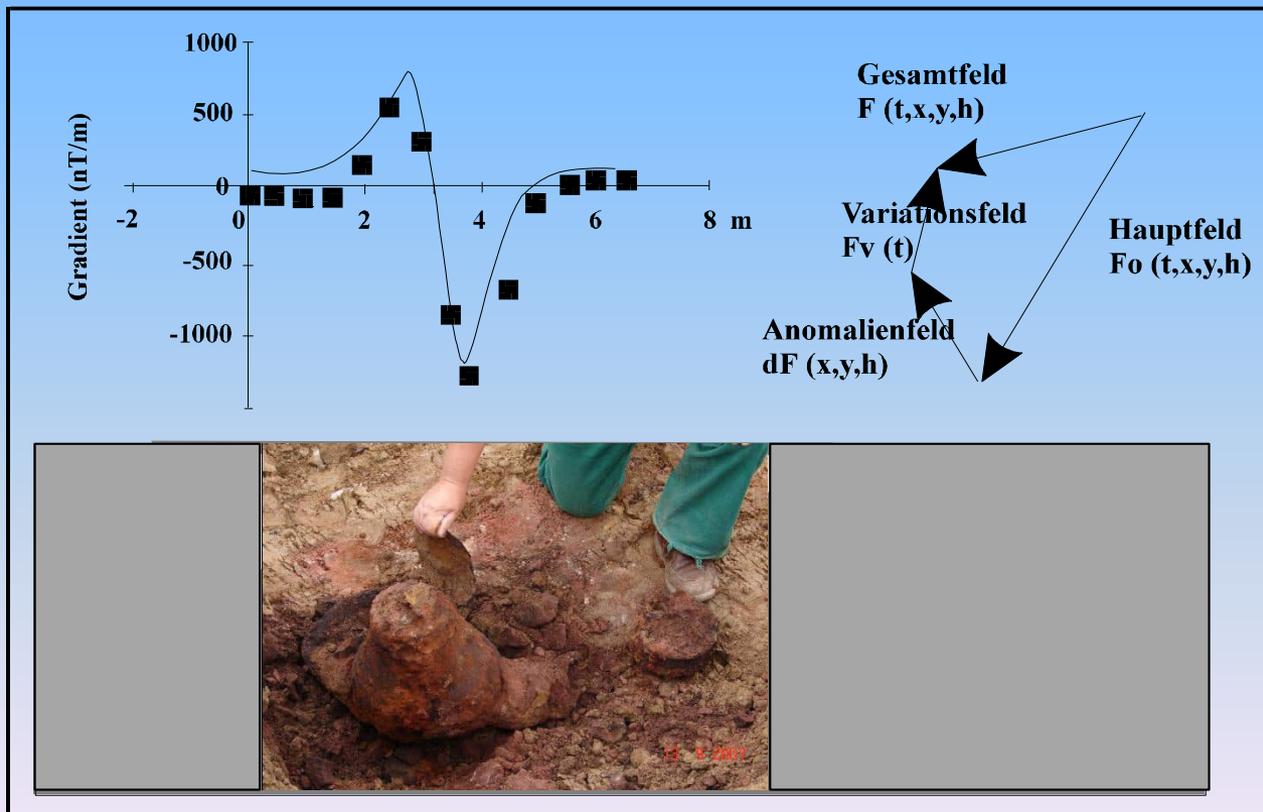
Magnetik

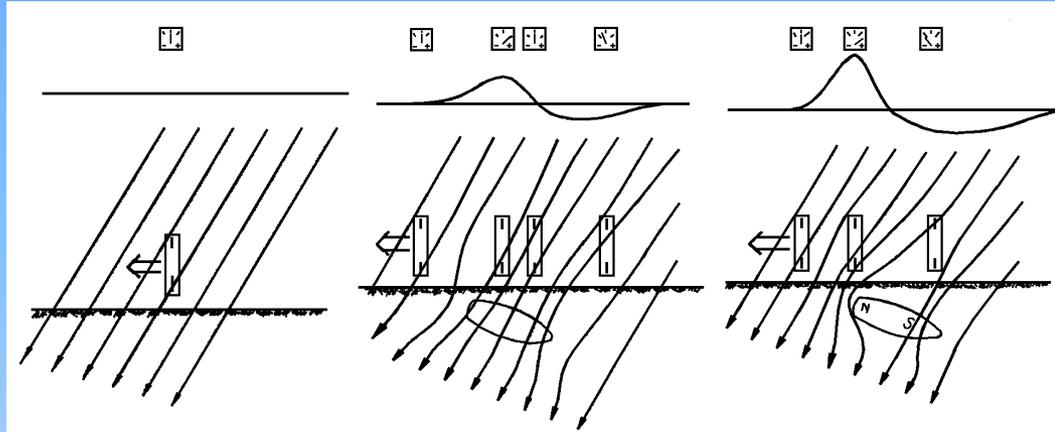


Aufgabe:

Erfassung und Kartierung des Erdmagnetfeldes bzw. dessen Verzerrungen (Anomalien) entlang von Profilen oder auf Flächen.

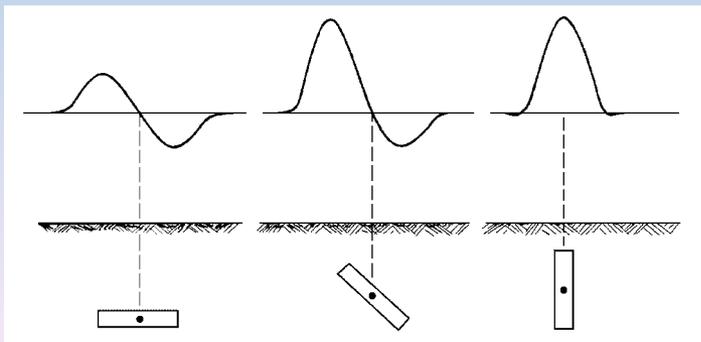
Prinzip der Methode





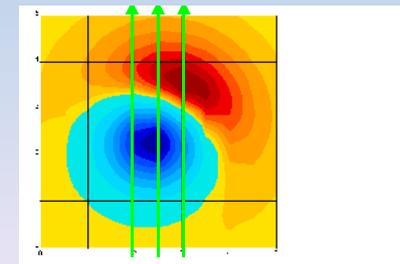
Feldlinienverlauf und Störgrößen:

- a – ungestörtes Feld
- b – ferromagnetischer Störkörper;
- c - aufmagnetisierter ferromagnetischer Störkörper



Signalformen in Abhängigkeit von der Lage des Störkörpers

Anomalie, flächenhafte Messungen



Induzierte und remanente Magnetisierung

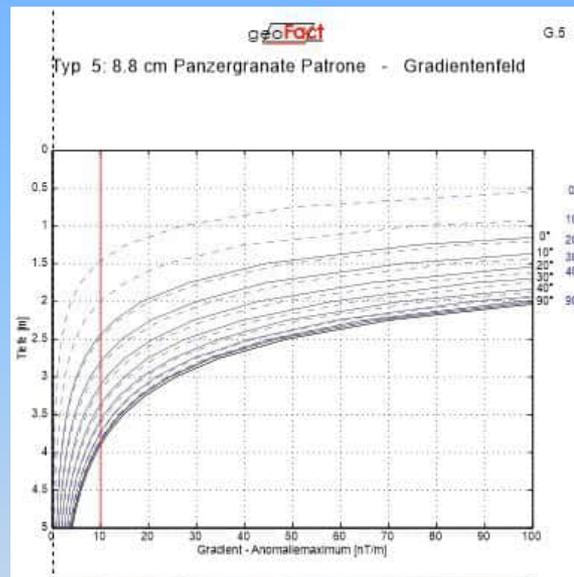
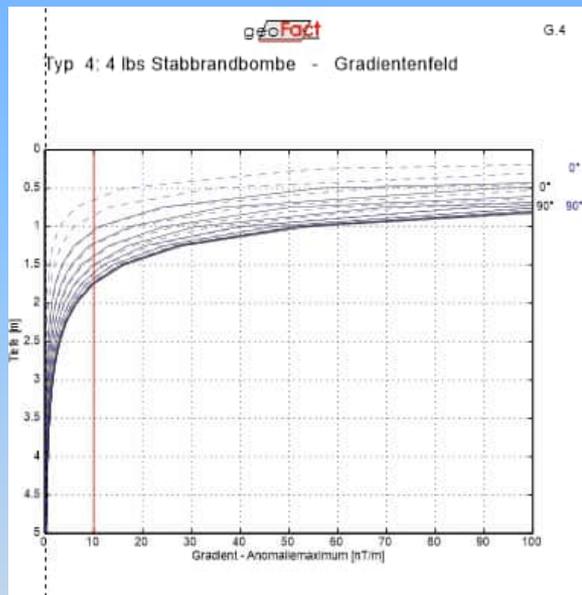
Induzierte Magnetisierung: ist proportional zu dem am Ort herrschenden Magnetfeld. Tritt auf bei Ferromagnetika wie z.B. Eisen mit ca. $\mu = 1000$ und Nickel mit ca. $\mu = 300$.

Remanente Magnetisierung: Der Teil der Magnetisierung eines Gesteins oder Materials, der im feldfreien Raum nicht verschwindet. Wichtige remanente Magnetisierungsarten.

- Thermoremanenz (z.B. gebrannte Ziegel)
- Sedimentationsremanenz



Abschätzung der Größenordnung magnetischer Anomalien



Bildquelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Stabbrandbombe>

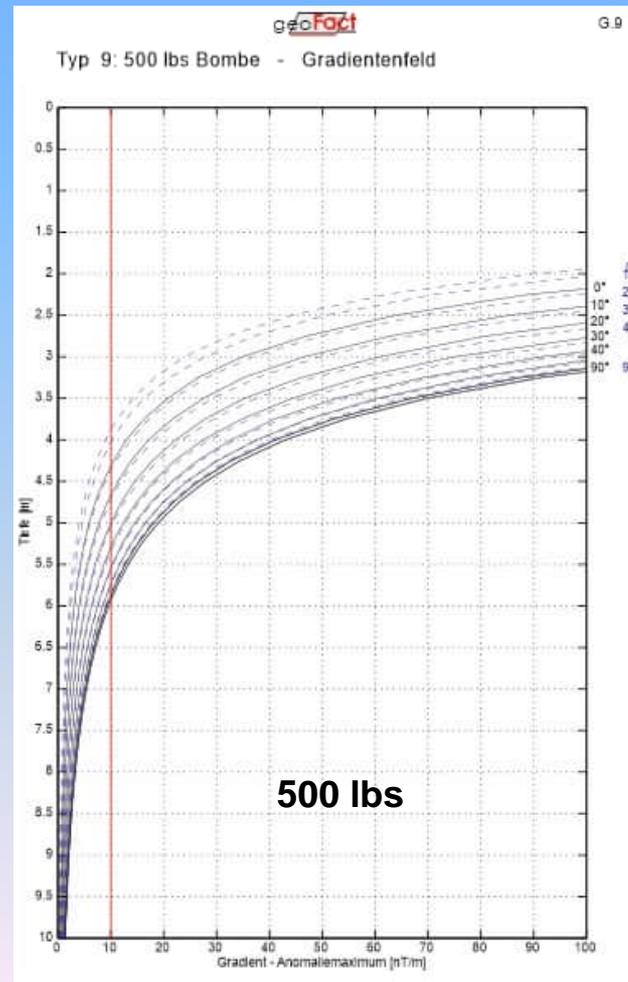
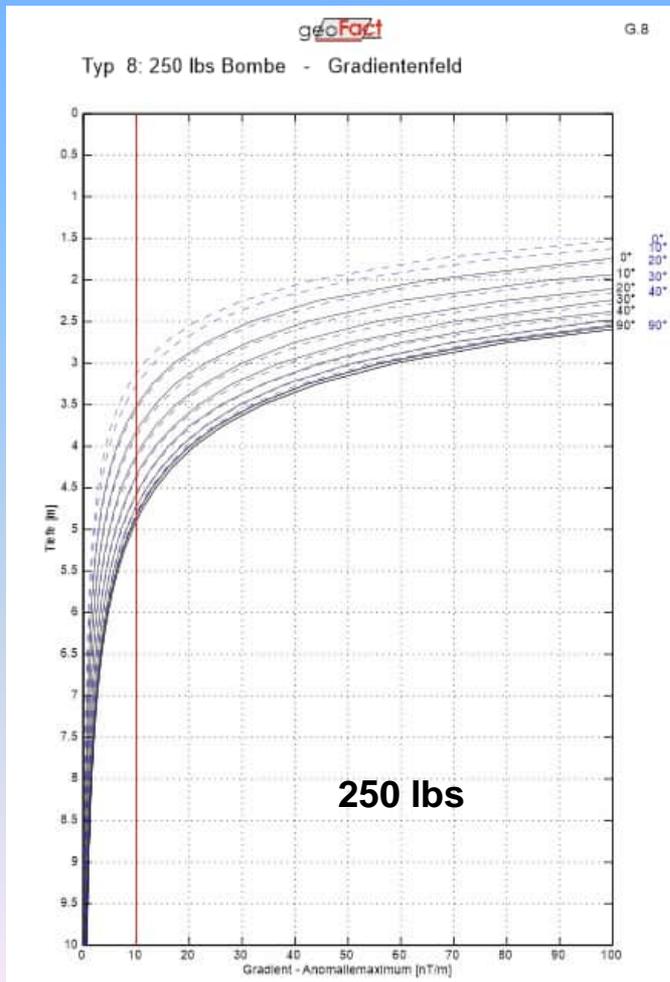
Britische Stabbrandbombe



8,8 Panzergranate

Quelle: <https://www.zib-militaria.de/WH-88cm-Granate-leer>

Abschätzung der Größenordnung magnetischer Anomalien



Geophysik unter schwierigen Bedingungen

5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022

Speziell Kampfmittelsuche



Quelle: <https://ah-kmr.de>

- Spezifikationen Vertikal-Gradiometer-Messungen (Vertikal-Komponente (Z) des Totalfeldes) mit Fluxgate-Magnetometern:
 - Sensitivität der Gradiometer: kleiner 0,5 nT,
 - Dynamik der Gradiometer (vom Planer einzutragen),
 - Basisabstand der Messsonden im Sondenrohr: 0,3 m bis 0,65 m,
 - Horizontaler Abstand der magnetischen Sensoren senkrecht zur Bewegungsrichtung: $\leq 0,25$ m,
 - Messpunktabstand in Bewegungsrichtung: $\leq 0,10$ m,
 - Absolute Positionierungsgenauigkeit (X- und Y-Koordinaten) für die Zuordnung eines Messwertes zum Koordinatenbezugssystem UTM / ETRS89 auf der Messfläche (im Radius) $\leq 0,15$ m,
 - Abstand der Sonden über Grund (Regelfall): max. 0,20 m.



Quelle:
www.kampfmittelportal.de

A-9.3 Phase B

A-9.3.2 Anforderungen an die Dokumentation Geophysik

A-9.3.3 Anforderungen Personal Geophysik

A-9.3.4 Qualitätskontrolle Geophysik

A-9.3.5 Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige

A-9.3.6 Anforderungen Bericht Gefährdungsabschätzung

A-9.3.8 Magnetik, fahrzeuggestützt (digitale Aufnahme)

A-9.3.9 Magnetik, zu Fuß (digitale Aufnahme)

A-9.3.10 Zeitbereichselektromagnetik (TDEM), fahrzeuggestützt (digitale Aufnahme)

A-9.3.11 Zeitbereichselektromagnetik (TDEM), zu Fuß (digitale Aufnahme)

A-9.3.12 Bohrlochsondierungen

A-9.3.13 MS-Sonde (Metalldetektor)

A-9.3.14 Georadar

A-9.3.15 Magnetik ohne digitale Aufnahme

Geophysik unter schwierigen Bedingungen

5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022



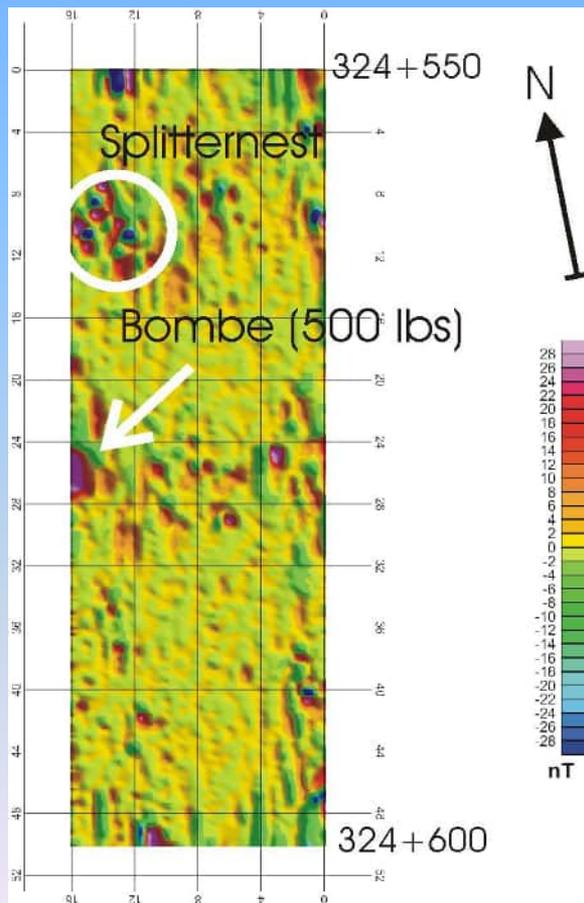
Geophysik • Geologie • Geotechnik • Consulting



Feldmessungen



Ergebnisse



- Probleme:**
- Wasserflächen
 - Uferbereiche
 - Böschungen

Uferbereich



Böschungen



Uferbereich Böschung



Geophysik unter schwierigen Bedingungen

5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022



Geophysik • Geologie • Geotechnik • Consulting



Kleine Gewässer

Geophysik unter schwierigen Bedingungen

5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022



Luftgestützte magnetische Sondierung

Geophysik unter schwierigen Bedingungen

5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022

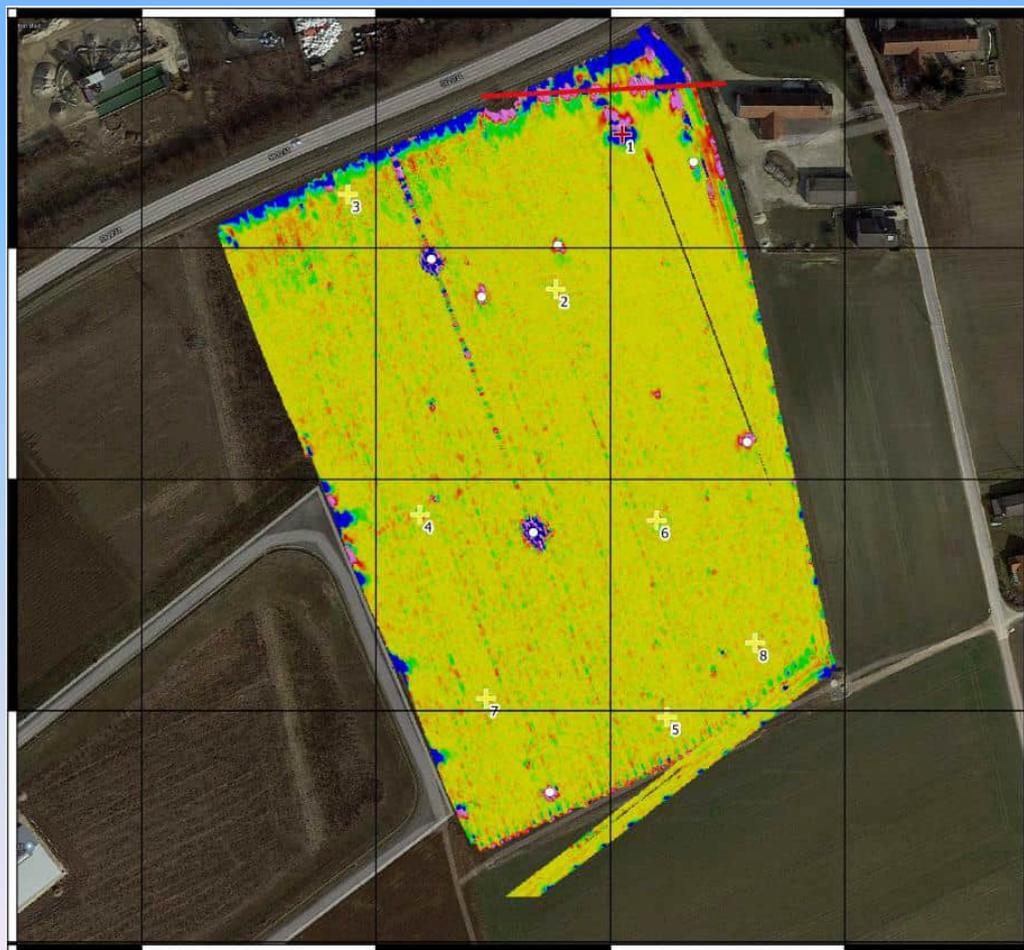
geo Fact
GmbH

Geophysik • Geologie • Geotechnik • Consulting



Begehbarkeit, hier Weizenfeld

Ergebnisse Drohnenbefliegung



Anlage 3: Verdachtspunkte

Legende

Verdachtspunkte mit ID:

- + über 25 kg
- + unter 25 kg
- Stützpunkte
- mögliche Leitung
- Magnetfeld +/-10nT
- Karte: Google Hybrid

Maßstab 1:2000

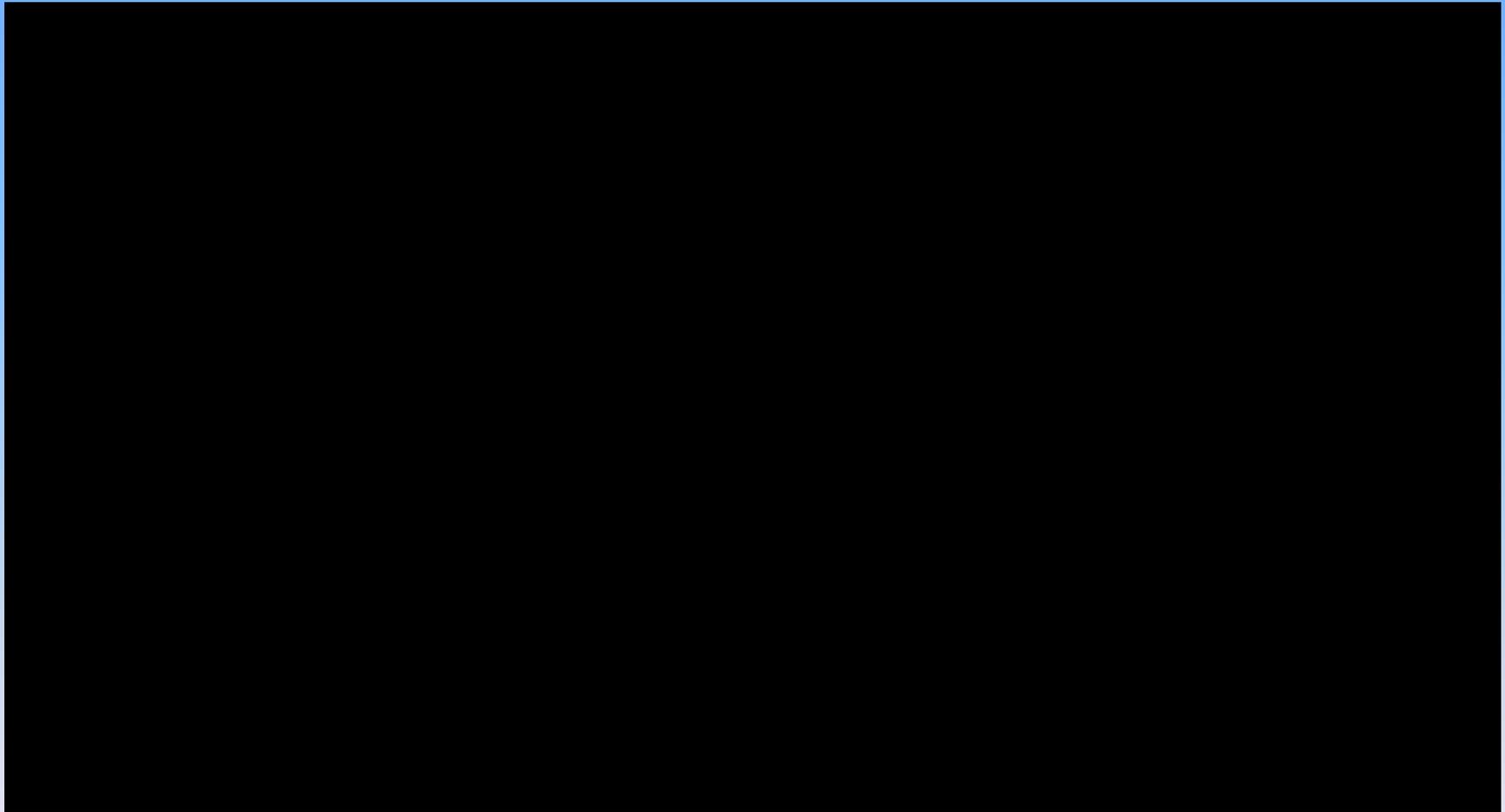


Geophysik unter schwierigen Bedingungen

5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022



Geophysik • Geologie • Geotechnik • Consulting



Wattmessungen, Begehbarkeit

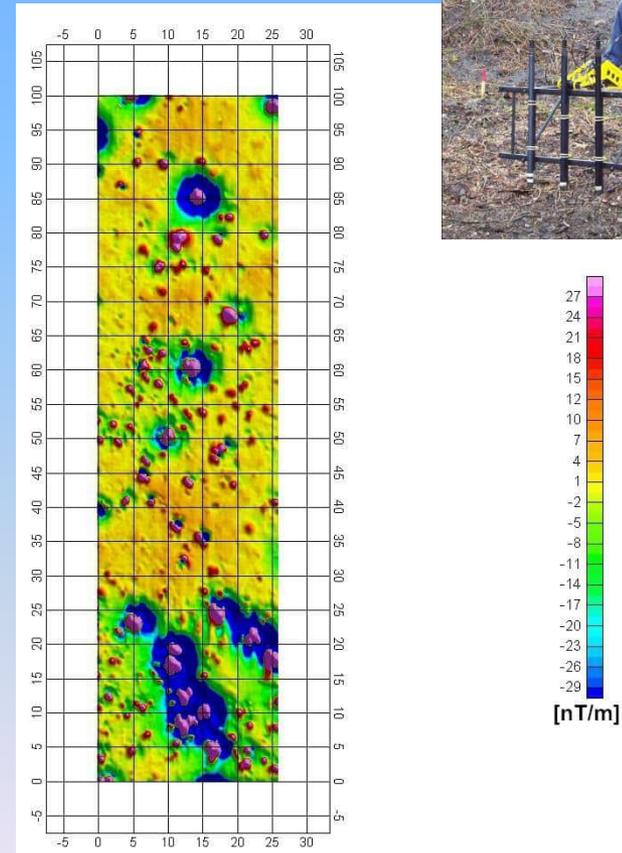
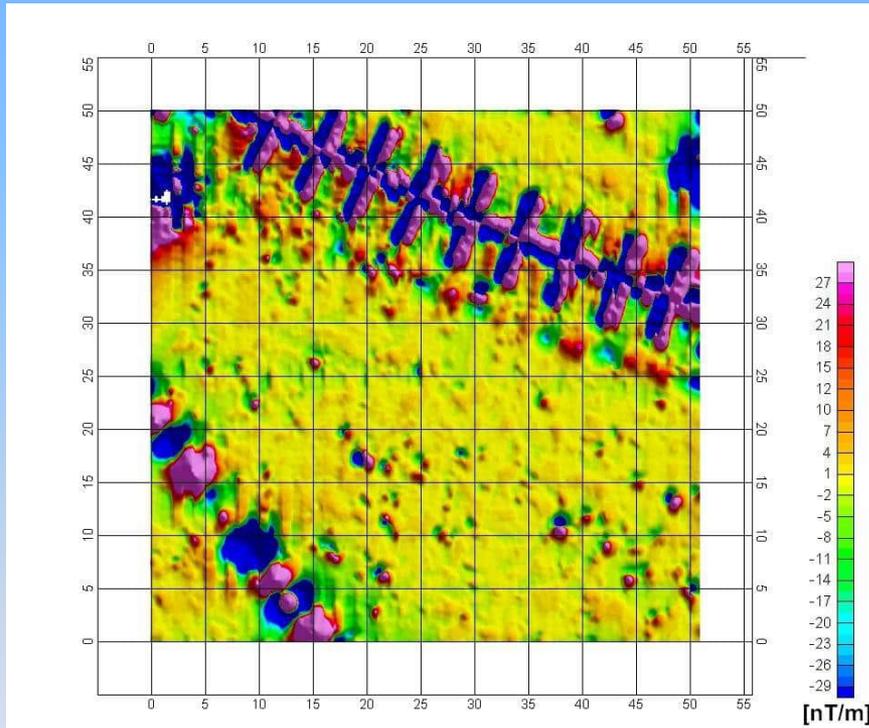
Geophysik unter schwierigen Bedingungen

5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022

Bewuchs, Haufwerke, Störkörper entfernen



Ergebnisse



Probleme:

- Versiegelung
- Infrastruktur (Leitungen, ...)
- Verschrottung

Geophysik unter schwierigen Bedingungen

5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022



Wald:

- Kein GPS
- Lauflinien
- Array-Messung meist nicht möglich
- Einzelsonde
- Gleichmäßiges Laufen
- Vermessung aufwändig

TDEM

Aufgabe:

Ortung von Metallteilen im Untergrund
wie metallene Fässer, bewehrte Betonfundamente oder
Bombenblindgänger

Bezeichnung:

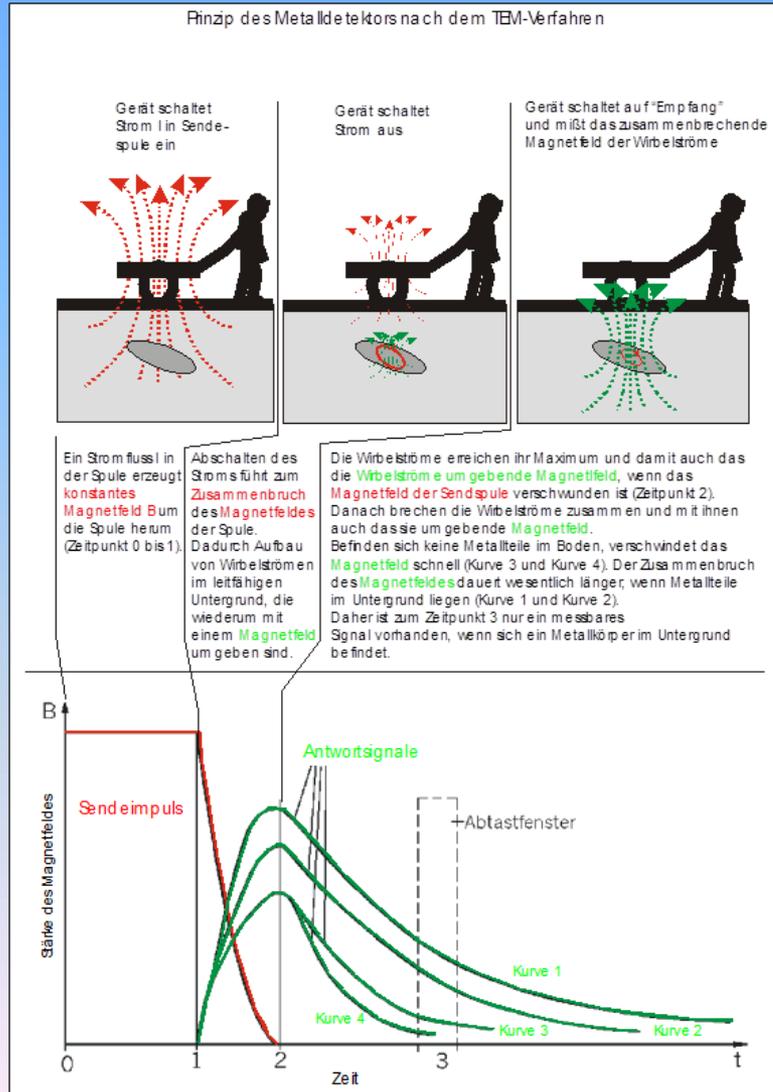
Transientelektromagnetik (TEM)

**TDEM-Verfahren (Time Domain Electromagnetics) oder
Pulsinduktionsverfahren**

Geophysik unter schwierigen Bedingungen

5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022

Geophysik • Geologie • Geotechnik • Consulting



Prinzip der Methode

Anwendungsmöglichkeiten:

- * **Lokalisierung und Abgrenzung verdeckter Altablagerungen**
- * **Lokalisierung vergrabener metallischer Objekte (Tanks, Fässer, Container)**
- * **Ortung oberflächennaher Rohr- und Kabeltrassen sowie verdeckter Fundamente in Industriebrachen**
- * **Nachweis von Munition und Blindgängern**



Einschränkungen

- **Da das TDEM-Verfahren ein aktives Verfahren ist, ist bei Kampfmitteln mit Induktionszündern Vorsicht geboten.**
- **Die Messsignale nehmen im Verhältnis $1/r^6$ ab, wobei r der Abstand von der Messspule zum Objekt im Untergrund ist. D.h. das Messsignal eines 2 m tiefen Körpers ist um den Faktor 64 kleiner als ein vergleichbarer Körper in 1 m Tiefe. Bei einer Tiefe von 3 m beträgt der Faktor bereits 729; bei 4 m liegt der Faktor bei 4096. Um stärkere Antwortsignale von kleineren Metallobjekten in größerer Tiefe zu erhalten, kann man die Fläche der Sendespule und die Stromstärke vergrößern.**



Geophysik unter schwierigen Bedingungen

5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022



Geophysik • Geologie • Geotechnik • Consulting



UPEX 740 MF-3 (Bildquelle: Ebinger)



EMD2 (Bildquelle: Röhl)

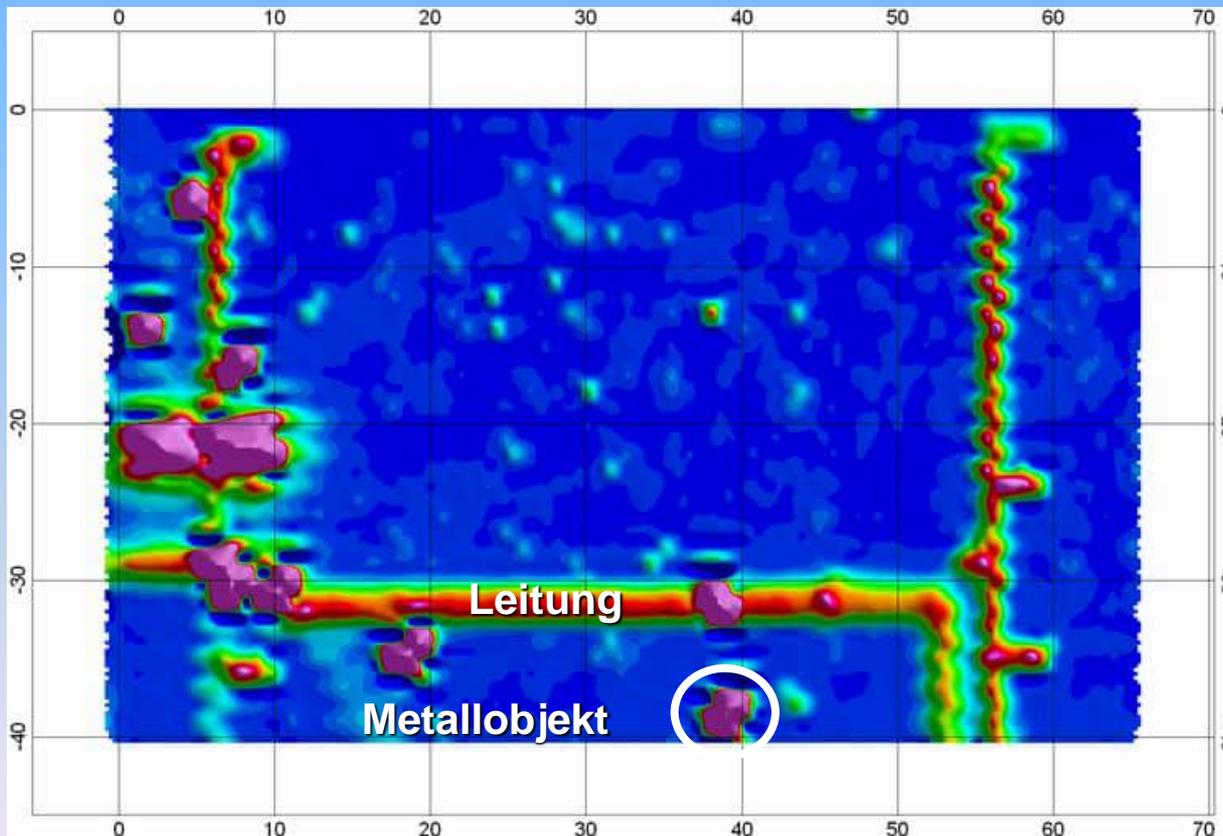


EM61-MK2 (Bildquelle: geoFact)

**TDEM
Wassermessung**



Ergebnis einer TDEM-Messung ist eine Karte, die die flächenhaft interpolierten Messwerte farbkodiert anzeigt (Anomalienkarte). **Rote** bis **lila** Bereiche zeigen Metall im Boden an.



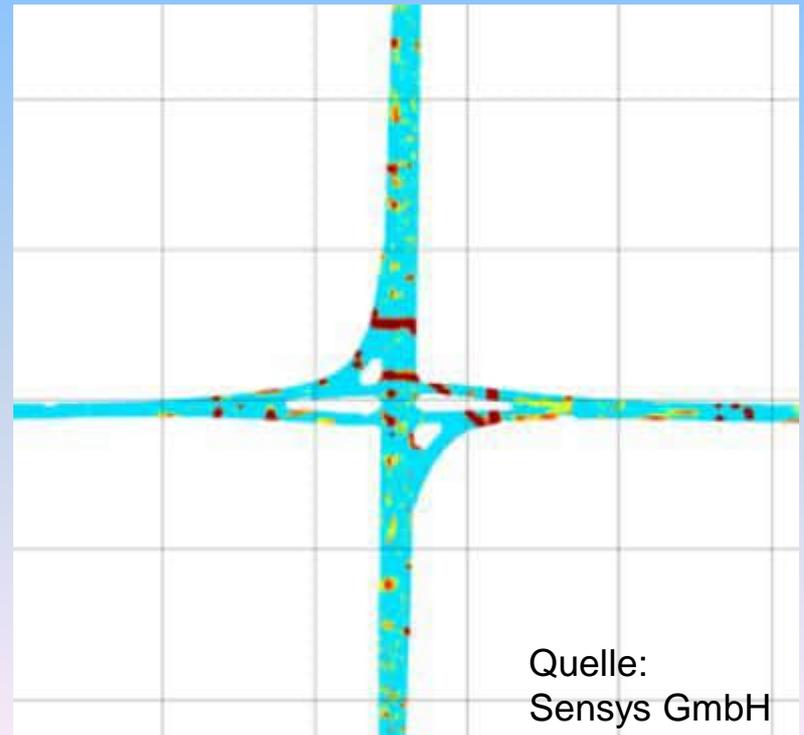
TDEM auf

- versiegelte Flächen
- Böschungen





TDEM auf
- versiegelte Flächen



Quelle:
Sensys GmbH

TDEM auf
- Bauflächen



Geophysik unter schwierigen Bedingungen

5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022



Geophysik • Geologie • Geotechnik • Consulting



Zerscheller



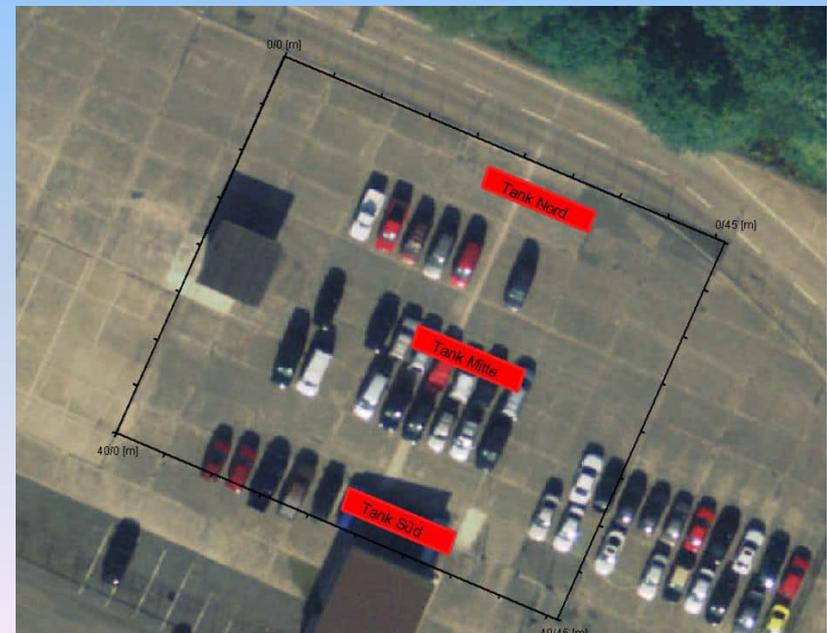
13. 3. 2023

Anlage 2: TDEM-Anomalie-Plot



TDEM auf versiegelten Flächen

hier: Leitungs- und Tanksuche



Georadar

Aufgabe:

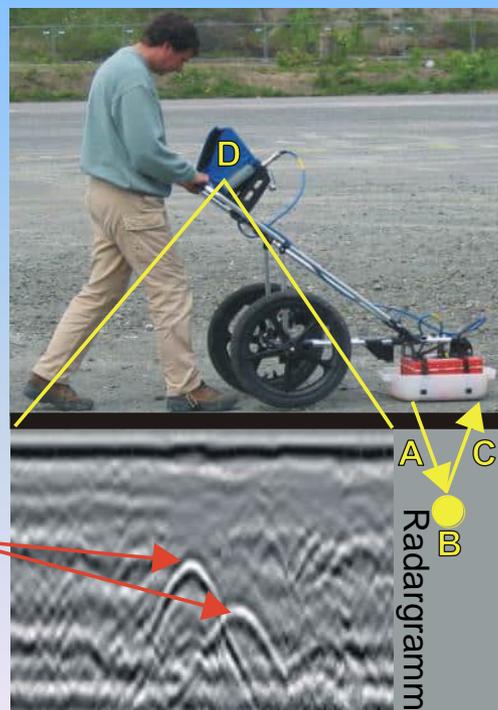
**Erkundung des oberflächennahen Untergrundes mit
hoher horizontaler und vertikaler Auflösung.**



Geophysik unter schwierigen Bedingungen

5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022

- A:** Elektromagnetische Radarwellen werden in den Boden abgestrahlt.
- B:** Diese Wellen werden von Objekten, z. B. metallische Störkörper, Rohrleitungen, Fundamente, Bauschutt oder auch Untergrundvariationen reflektiert und gestreut.
- C:** Die reflektierten und gestreuten Wellen werden von dem Radar empfangen.
- D:** Das Radargramm kann bei der SIR 3000 in Echtzeit auf dem Display des am Gerät angebrachten Minicomputers betrachtet werden. Eine erste Auswertung ist somit schon vor Ort möglich.



Objekte im Untergrund
(z.B. Leitungen)

Prinzip der Methode

Das Verfahren nutzt Kontraste bei den elektrischen Eigenschaften verschiedener Materialien aus

Anwendungsmöglichkeiten:

- **Ortung von Rohrleitungen, Kabeln und anthropogenen Einlagerungen (Kampfmittel, Fässer, Fundamente etc.)**
- **Ortung von Hohlräumen**
- **Untersuchung von Sediment- und Bodenstrukturen**
- **Nachweis von Störungen, Klüften und Rissen im Festgestein**
- **Auffinden von Tonlinsen und Torfvorkommen etc.**
- **Ermittlung der Lage der Grundwasseroberfläche in Kies, Sand und Sandstein**
- **Straßenzustandserfassung (Asphaltdicke, Unterbau)**
- **Bauwerksuntersuchungen (Risse, Armierung)**





Untersuchung einer geplanten
Kabeltrasse.

Untersuchung einer Flugplatz- Fläche auf unterirdische Tanks



Geophysik unter schwierigen Bedingungen

5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022



Gleismessung



Aufsuchen einer Vergrabung



Straßenmessung

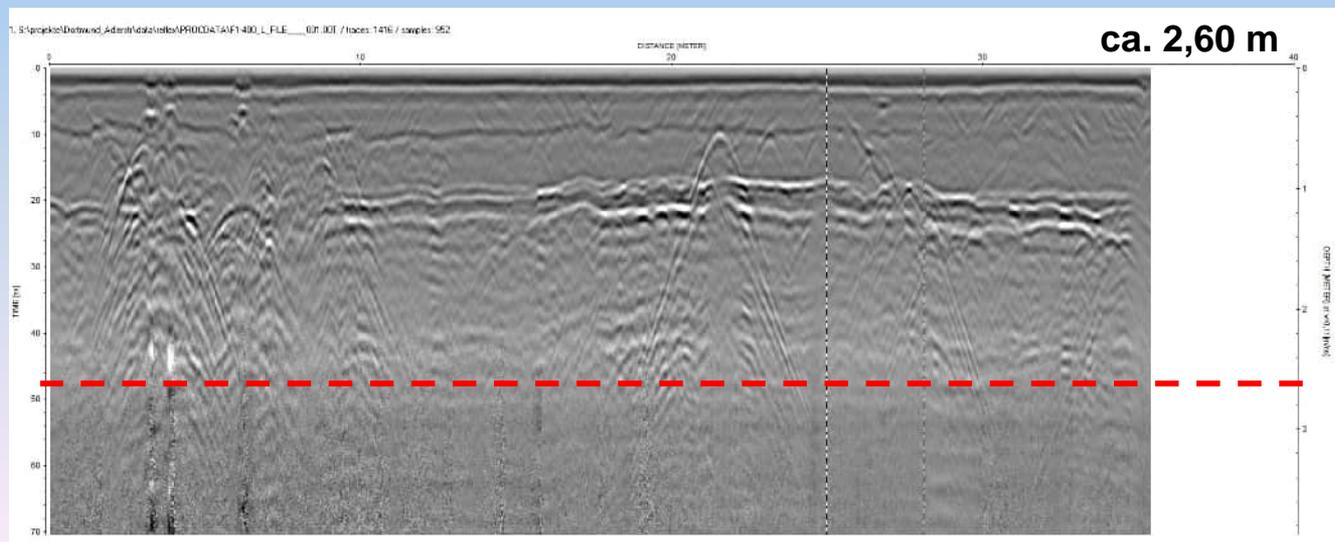
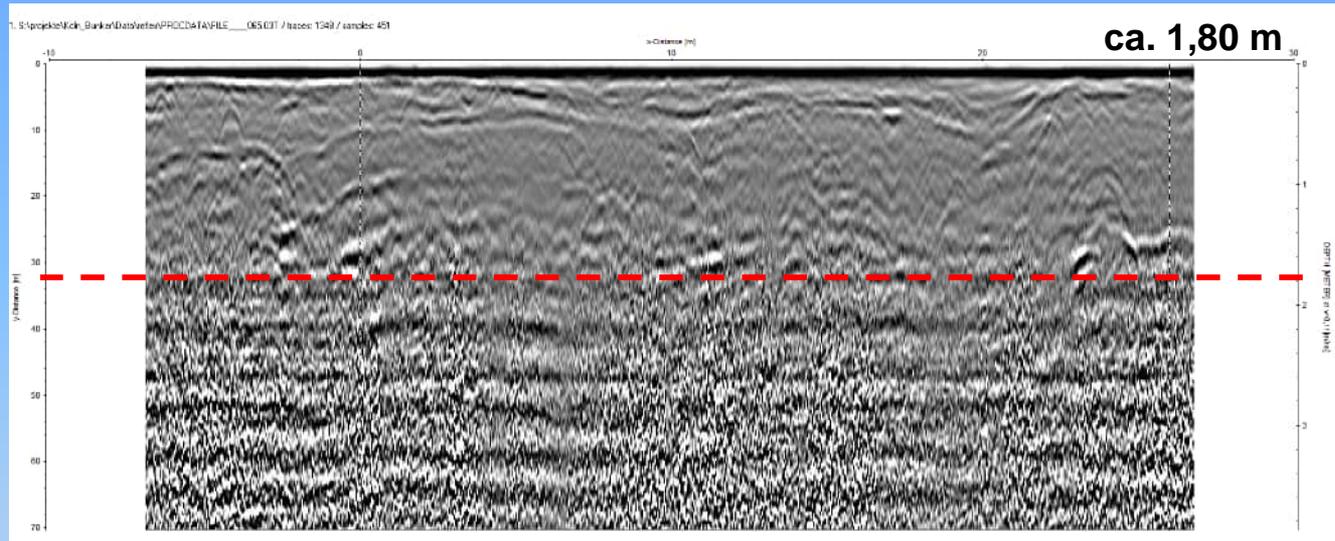
Charakteristika von Bodenradar - Messungen

- **Messverfahren erfordert keinen Eingriff in den Untergrund**
- **Einsatz auch auf versiegelten Flächen**
- **Hohe Mobilität**
- **Großer Messfortschritt**
- **Geringer Personalbedarf**
- **Hohe Genauigkeit bei der lateralen und vertikalen Lokalisierung von Störkörpern**
- **Geringe Erkundungstiefe**
- **Eindringtiefe kann auch auf kurzen Profilen stark schwanken (abhängig von den örtlichen geologischen Verhältnissen)**



Geophysik unter schwierigen Bedingungen

5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022

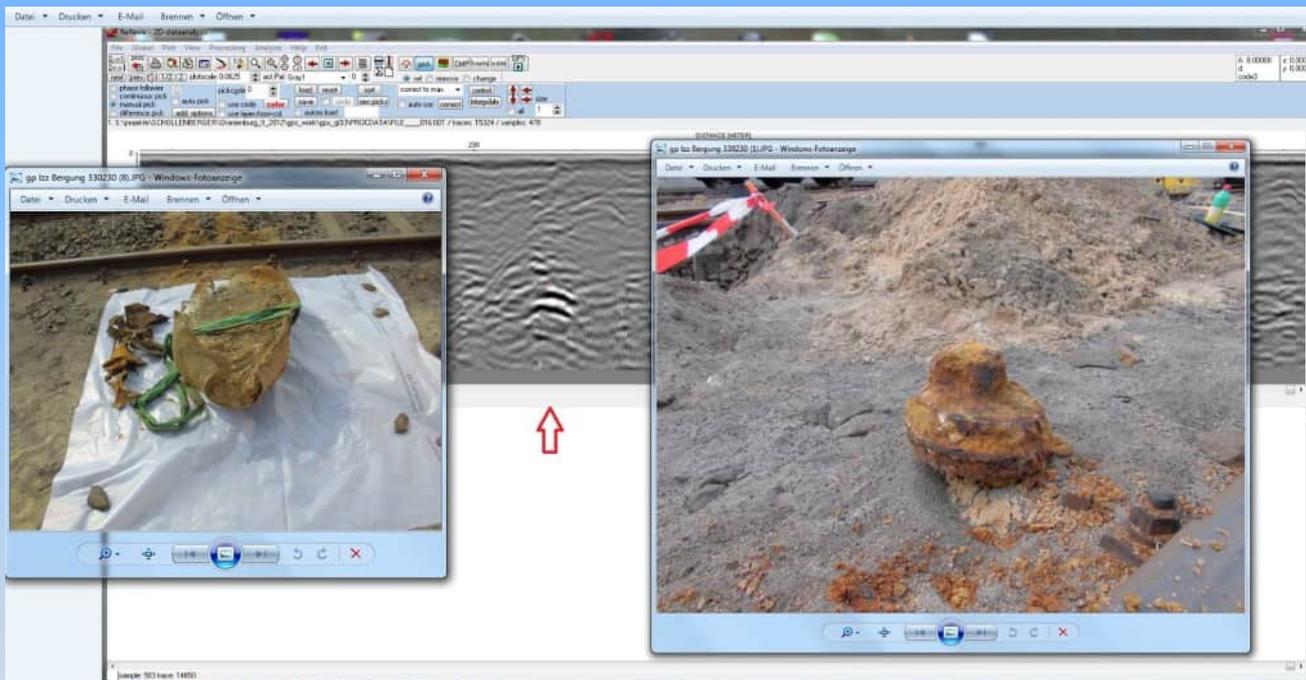


**Beispiele für
unterschiedliche
Eindringtiefen**

Geophysik unter schwierigen Bedingungen

5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022

Beispiele mit Funden:



Geophysik unter schwierigen Bedingungen

5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022



Geophysik • Geologie • Geotechnik • Consulting



**Gleis-
messungen**

UltraTEM

Bohrloch-Klassifikationssystem



Foto:  Boskalis
Hirdes

Quelle:

 Boskalis
Hirdes

UltraTEM-Verfahren

- Kombinationsverfahren aus Elektromagnetik und 3-Achs-Magnetometer
- Nutzung sehr starker Primärfelder für die Induktion von Wirbelstromsystemen in metallischen Körpern
- Induktion in verschiedenen, zueinander orthogonalen Raumrichtungen durch Ausrichtung des Primärfeldes
- Messung des Abklingverhaltens (zeitlicher Verlauf) des induzierten magnetischen Feldes in drei Achsen mittels Fluxgate-3-Achs-Magnetometer



Foto:  Boskalis
Hirdes

Quelle:



Anwendung des Systems UltraTEM für die Klassifikation von bombenblindgängerverdächtigen Anomalien

 Boskalis
Hirdes

**KAMPFMITTEL-
RÄUMUNG**



 Boskalis
Hirdes

Fallbeispiel Takeda FA4

- „Schulbuchsignatur“ Magnetik
- Amplitude ca. 6.000 nT, Moment ca. 60 Am²
- Verdacht Bombenblindgänger 500 lbs / 1.000 lbs

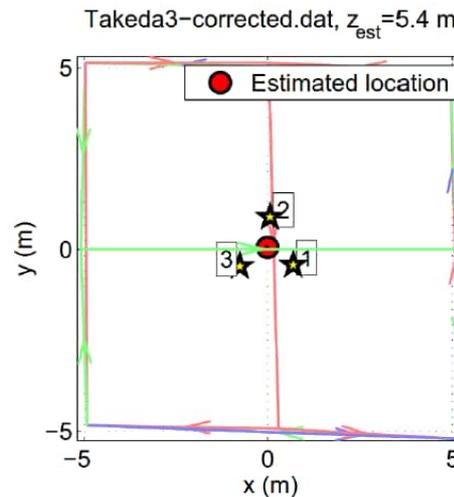
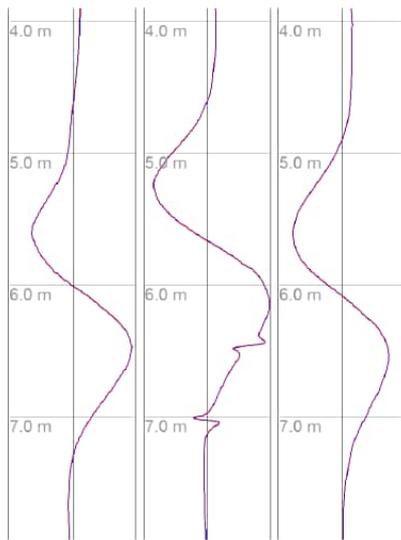


Foto:  Boskalis Hirdes

Quelle:



UltraTEM Spulenanordnung (Regelfall)

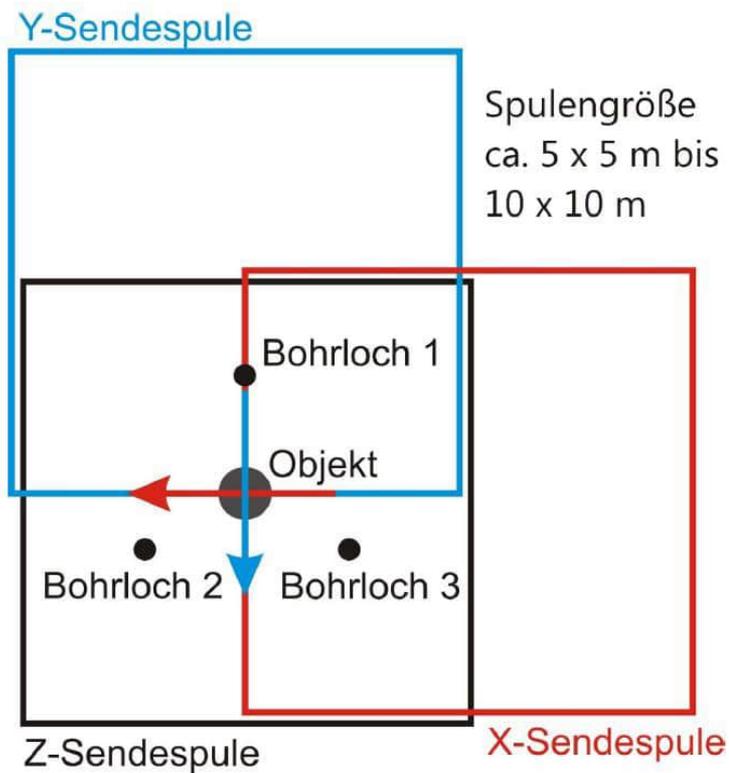


Foto:  Boskalis Hirdes

Quelle:



Anwendungsbeispiel Oranienburg (Z-Richtung)



Foto:  **Boskalis**
Hirdes

Quelle:

 **Boskalis**
Hirdes

Vergleich Bomben / Rohr

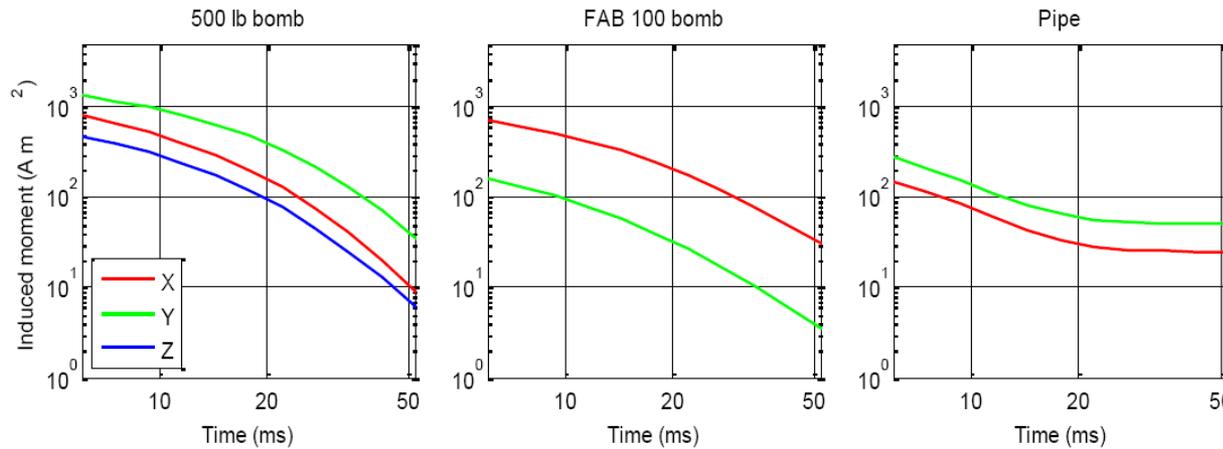


Foto:  Boskalis Hirdes

fugasnaya aviatsionnaya bomba (FAB)

Quelle:



Zusammenfassung

- Alle Messungen und Versuche haben gezeigt, dass das UltraTEM-Verfahren für die Unterscheidung von Objekten geeignet ist.
- Die Öffnung von vielen Anomalien (HH, MV, Brdb., Sachsen, Berlin, Bremen), hat die UltraTEM-Ergebnisse in jedem Fall bestätigt.
- Untersuchungen mit dem UltraTEM-Verfahren sind bis 14 m und mehr, unter Geländeoberkante möglich.
- Offene Fläche von circa 10 m x 10 m (alternativ schmaler, dafür länger) um die Anomalie ist Voraussetzung für die Untersuchung.
- Messungen im Bahnbereich möglich, aber durch externe Störeinflüsse längere Messdauer erforderlich.



Foto:  Boskalis
Hirdes

Quelle:



Geophysik unter schwierigen Bedingungen

5. KMR-Symposium
Kampfmittelräumung
08.11. + 09.11.2022



Foto:  **Boskalis**
Hirdes

Foto:  **Boskalis**
Hirdes

Quelle:



Sondierung per INN-Technik

Verfahren der Kampfmittelsondierung im Vergleich | Bauportal BG BAU

<https://bauportal.bgbau.de/bauportal-42021/thema/sanierung-und-bauw.>



INN: Impuls Neutron-Neutron

Sondierung per INN-Technik: Oberflächeneinsatz mittels eines ferngesteuerten Messträgers |
Bild: Dr. P. J. Wagner

INN-Technik

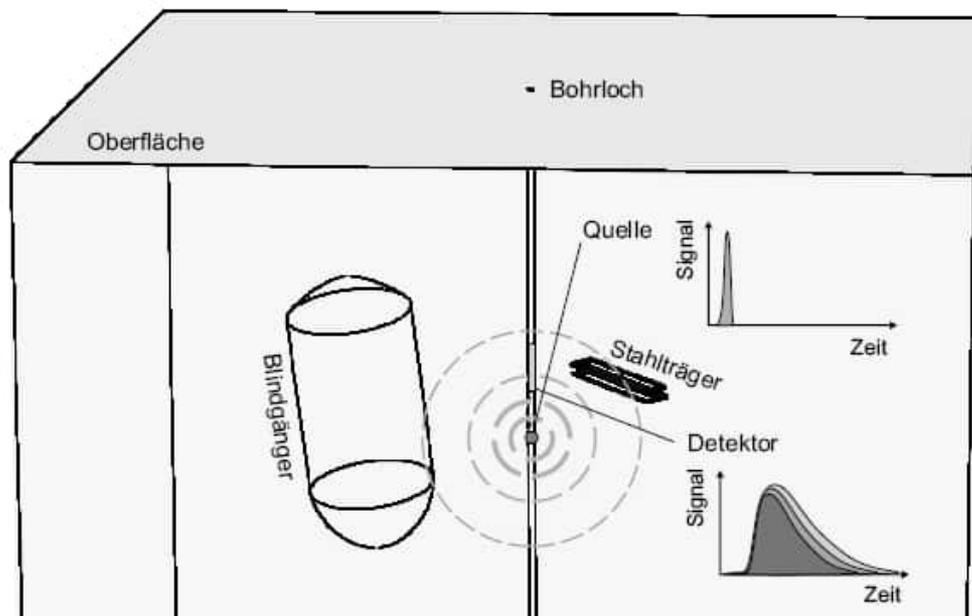


Abbildung 1: Querschnitt des Versuchsaufbaus mit einer gepulsten DT-Neutronenquelle und einem Detektor befinden sich im selben Bohrloch. Ein Neutronenpuls wird im Boden und an im Boden befindlichen Objekten gestreut und anschließend erfasst.

altlasten spektrum 6/2021

193

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2022 - (myesv.info) - 11.08.2022 - 14:24 - (ds) DOI: 10.37307/fj.1864-8371.2021.06.03

Quelle:

Potential von Impulse-Neutron-Neutron-Logging zur Kampfmitteldetektion

Potential von Impulse-Neutron-Neutron-Logging zur Kampfmittel detektion

Massenvergleich H zu Neutron zu N

Wasserstoff (H)

Eigenschaften	
Allgemein	
Name, Symbol, Ordnungszahl	Wasserstoff, H, 1
Elementkategorie	Nichtmetalle
Gruppe, Periode, Block	1, 1, s
Aussehen	farbloses Gas (H ₂)
CAS-Nummer	<ul style="list-style-type: none"> 12385-13-6 Ⓢ (H) 1333-74-0 Ⓢ (H₂)
EG-Nummer	215-605-7
ECHA-InfoCard	100.014.187 Ⓢ
Massenanteil an der Erdhülle	0,9 % ^[1]
Atomar ^[2]	
Atommasse	1,008 (1,00784–1,00811) ^{[3][4]} u
Atomradius (berechnet)	25 (53) pm
Kovalenter Radius	31 pm
Van-der-Waals-Radius	120 pm
Elektronenkonfiguration	1s ¹
1. Ionisierungsenergie	13,598 434 49(8) eV ^[5] ≈ 1,312,05 kJ/mol ^[6]

Masse: 1,008 u

<https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoff>

Neutron

Neutron (n)	
Klassifikation	
<ul style="list-style-type: none"> Fermion Hadron Baryon Nukleon 	
Eigenschaften ^[1]	
elektrische Ladung	neutral
Masse	1,008 664 915 95(49) u 1,674 927 498 04(95) · 10 ⁻²⁷ kg 1838,683 661 73(89) m _e
Ruheenergie	939,565 420 52(54) MeV
Compton-Wellenlänge	1,319 590 906 81(76) · 10 ⁻¹⁵ m
magnetisches Moment	-0,662 3651(23) · 10 ⁻²⁷ J / T -1,913 042 73(45) μN
g-Faktor	-3,826 085 46(90)
gyromagnetisches Verhältnis	1,832 471 71(43) · 10 ⁸ s ⁻¹ ·T ⁻¹
Spin/Parität	½ ⁺
Isospin	½ (I _z = -½)
mittlere Lebensdauer	879,4(6)s ^[2]

Masse: 1,008664 u

<https://de.wikipedia.org/wiki/Neutron>

Stickstoff (N)

Eigenschaften	
Allgemein	
Name, Symbol, Ordnungszahl	Stickstoff, N, 7
Elementkategorie	Nichtmetalle
Gruppe, Periode, Block	15, 2, p
Aussehen	Farbloses Gas
CAS-Nummer	7727-37-9 Ⓢ
EG-Nummer	231-703-9
ECHA-InfoCard	100.028.895 Ⓢ
ATC-Code	V03AN04 Ⓢ
Massenanteil an der Erdhülle	0,03 % ^[1]
Momen ^[2]	
Atommasse	14,0067 (14,00643 – 14,00728) ^{[3][4]} u
Atomradius (berechnet)	65 (66) pm
Kovalenter Radius	71 pm
Van-der-Waals-Radius	155 pm
Elektronenkonfiguration	[He] 2s ² 2p ³
1. Ionisierungsenergie	14,53413(4) eV ^[5] ≈ 1 402,33 kJ/mol ^[6]
2. Ionisierungsenergie	29,60125(9) eV ^[5] ≈ 2 856,09 kJ/mol ^[6]
3. Ionisierungsenergie	47,4453(25) eV ^[5] ≈ 4 577,77 kJ/mol ^[6]
4. Ionisierungsenergie	77,4735(4) eV ^[5] ≈ 7 475,05 kJ/mol ^[6]
5. Ionisierungsenergie	97,8901(4) eV ^[5] ≈ 9 444,96 kJ/mol ^[6]

Masse: 14,0067 u

<https://de.wikipedia.org/wiki/Stickstoff>

Ausgabe BauPortal 4/2021:

Verfahren der Kampfmittelsondierung im Vergleich

Autor: Dr. P. J. Wagner

Ö.b.u.v Sachverständiger für Baugrunduntersuchungen HK Hamburg/Bremen

Quelle:

<https://bauportal.bgbau.de/bauportal-42021/thema/sanierung-und-bauwerksunterhalt/verfahren-der-kampfmittelsondierung-im-vergleich>

Fazit

Für Flächen mit einem zu erwartenden hohen Anteil ferromagnetischer Störkörper sowie für Flächen mit Einflüssen von oberirdischen und/oder Erdbauwerken (nicht auswertbare Bereiche) bietet das Spezialverfahren der INN-Technik – als Oberflächenverfahren für Sondierteufen bis 8 m u. GOK für definierte Räumziele – eine wirtschaftliche und zeitliche Alternative. Für Sondierteufen größer als 8 m u. GOK für Flächen mit den Merkmalen 1 und 2 wird die INN-Technik im Bohrloch relevant.

(Quelle: s.o.)

Darauf hin gab es heftige Reaktionen, nachzulesen in:

Ausgabe BauPortal 1|2022

Kommentar LPBK-M-V

Verfasser: Robert Mollitor

Leiter MBD M-V, Landesamt für zentrale Aufgaben und Technik der Polizei, Brand und Katastrophenschutz Mecklenburg-Vorpommern (LPBK-M-V)

Quelle: <https://bauportal.bgbau.de/bauportal-12022/thema/meldungen/forum/inn-verfahren-in-der-diskussion/kommentar-lpbk-m-v>

Ausgabe BauPortal 1|2022

Gendarstellung Leitstelle des Bundes (Referat BL 15, NLBL)/ITVA-Fachausschuss C7 „Kampfmittelräumung“

Autorenschaft: Leitstelle des Bundes für Abwassertechnik, Boden- und Grundwasserschutz, Kampfmittelräumung, Liegenschaftsbestandsdokumentation, Referat BL 15, Referatsleitung Karsten Heine, Niedersächsisches Landesamt für Bau und Liegenschaften (NLBL)

Waterloostraße 4, 30169 Hannover

im Zusammenwirken mit:

ITVA-Fachausschuss C7 „Kampfmittelräumung“ vertreten durch den Vorsitzenden Martin Kötter c/o IFAH GbR, Heinkelstraße 8, 30827 Garbsen

Quelle: <https://bauportal.bgbau.de/bauportal-12022/thema/meldungen/forum/inn-verfahren-in-der-diskussion/gegendarstellung-leitstelle-des-bundes-referat-bl-15-nlbl/itva-fachausschuss-c7-kampfmittelraeumung>

Ausgabe BauPortal 1|2022

Statement des Niedersächsischen Landesamts für Bau und Liegenschagschaften (NLBL)

Autoren: Karsten Heine und Dr. Holger Preetz
Niedersächsisches Landesamt für Bau und Liegenschaften (NLBL), Referat BL 15

Quelle:

<https://bauportal.bgbau.de/bauportal-12022/thema/meldungen/forum/inn-verfahren-in-der-diskussion/statement-des-niedersaechsischen-landesamts-fuer-bau-und-liegenschaften-nlbl>

Ausgabe BauPortal 1|2022

Leserbrief Fa. SCHOLLENBERGER Kampfmittelbergung GmbH

Autoren: Tobias Adamitz, SCHOLLENBERGER Kampfmittelbergung GmbH

Quelle:

<https://bauportal.bgbau.de/bauportal-12022/thema/meldungen/forum/inn-verfahren-in-der-diskussion/leserbrief-fa-schollenberger-kampfmittelbergung-gmbh>

Ausgabe BauPortal 2|2022

Interview zur Detektion von Kampfmitteln mittels INN-Verfahren

Autoren: Anke Templiner, Redaktion BauPortal

Dipl.-Geophys. Simon Gremmler Tauber-Herklotz-Consult Geowissenschaftler & Ingenieure GmbH

Quelle:

<https://bauportal.bgbau.de/bauportal-22022/thema/sanierung-und-bauwerksunterhalt/interview-zur-detektion-von-kampfmitteln-mittels-inn-verfahren>

Potential von Impulse-Neutron-Neutron-Logging zur Kampfmitteldetektion

Lizenziert für Herr Dr. Krummel Heinrich
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

Potential von Impulse-Neutron-Neutron-Logging zur Kampfmitteldetektion

Markus Köhli, Jan-Philipp Schmoldt

Autorenschaft

Markus Köhli

Physikalisches Institut, Ruprecht-Karls-Universität
Heidelberg

Physikalisches Institut,

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
StyX Neutronica GmbH

Jan-Philipp Schmoldt

Tauber-Herklotz-Consult –

Geowissenschaftler & Ingenieure GmbH

altlasten spektrum 6/2021, pp 193-198

Potential von Impulse-Neutron-Neutron-Logging zur Kampfmitteldetektion

Lizenziert für Herr Dr. Krummel Heinrich
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

Potential von Impulse-Neutron-Neutron-Logging zur Kampfmitteldetektion

Markus Köhli, Jan-Philipp Schmoldt

Autorenschaft

Markus Köhli

Physikalisches Institut, Ruprecht-Karls-Universität
Heidelberg
Physikalisches Institut,
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
StyX Neutronica GmbH

Jan-Philipp Schmoldt

Tauber-Herklotz-Consult –
Geowissenschaftler & Ingenieure GmbH

altlasten spektrum 6/2021, pp 193-198

Zusammenfassung und Ausblick

Für die Untersuchung der Anwendbarkeit von gepulsten Neutron-Neutron Verfahren zur Detektion von Kampfmitteln wurden Monte-Carlo-Studien durchgeführt. Darin wurden Modelle mit großen und kleinen Bomben sowie mit Objekten verwendet, die bei der Untersuchung mit herkömmlichen Methoden einen Fehlalarm produzieren können. Die von der 14,1 MeV D-T Quelle emittierten Neutronen ergeben ein näherungs-

weise exponentiell mit zunehmender Objektdistanz abnehmendes Differenzsignal am Detektor. Der Gesamtfluss und die Form der Kurve sind primär abhängig von der Bodenfeuchte. Unter 10 % Bodenfeuchte wird das Verhalten der Richtung der Streuung, der Abbremsung und der Absorption und die zeitliche Verteilung der Signale nicht-linear. Bomben, aber auch andere Objekte wie ein Stahlstab, reduzieren die Stärke des Neutronenflusses deutlich. Mit einem Schwellenwert für die Detektion von 10 % der relativen Abweichung zu einem Referenzpuls und einer Lagerungsdichte von $1,43 \text{ g/cm}^3$ für den Boden, liegt die maximale Detektionsreichweite für eine 1000 lb-Bombe zwischen 10 cm und 50 cm.

Zitat: altlasten spektrum 6/2021



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !