

Bohrlochmagnetik

Wird durch den neuen Anhang
A-9.3.12 der BFR KMR in der Praxis alles besser?

6. Symposium Kampfmittelräumung 2025

Mannheim, 16. – 17.12.2025

Antwort:

Ich weiß es nicht ...

Wenn etwas besser werden soll ...

... was war denn bislang nicht so gut?

TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Warum eigentlich Bohrlochmagnetik?

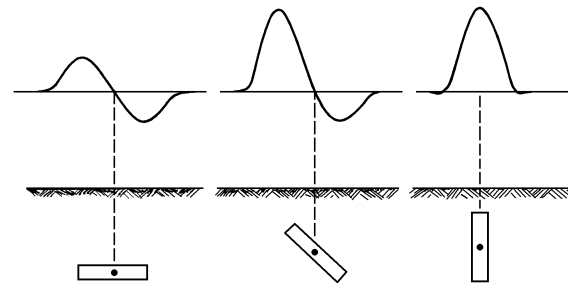
1. Magnetik
(passives Verfahren)
2. Elektromagnetik:
„Minensuchgerät“
(aktives Verfahren)
3. Zeitbereichselektromagnetik,
TDEM (aktives Verfahren)
4. Radar



TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Warum eigentlich Bohrlochmagnetik?

1. Magnetik
2. Stärke des Messsignals



Problem: Abstand Sonde - Objekt

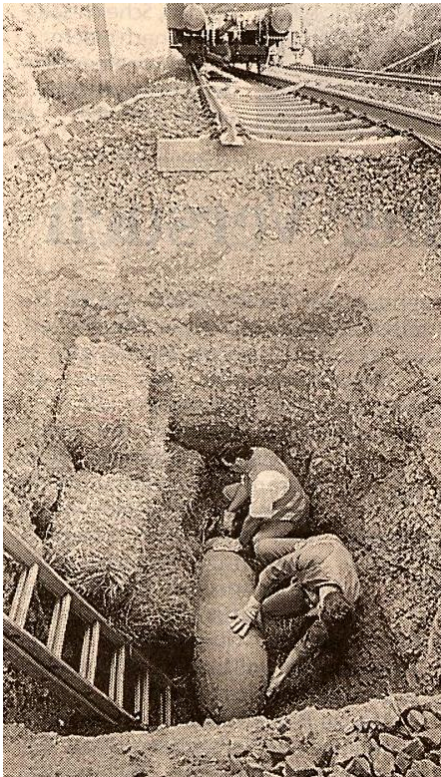
$$„nT“ = 1/r^3$$

$$„nT“ = 1/r^4$$

TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Warum eigentlich Bohrlochmagnetik?

Einschränkungen der Oberflächenmagnetik durch störende Infrastruktur



TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Warum eigentlich Bohrlochmagnetik?

Bohrlochmagnetik ist das Mittel der Wahl bei der Erkundung auf Bombenblindgänger ...

- wird täglich im beträchtlichen Umfang eingesetzt
- bereits seit Jahrzehnten etabliert
- Stand der Technik
- Grundlagen der Durchführung entstanden aus Erfahrungswerten
- die Art der Durchführung ist so zur Gewohnheit geworden, dass sie – trotz ganz unterschiedlicher Standortbedingungen – kaum noch hinterfragt wird.

Vorgehen ist ... „so wie immer“

TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Warum eigentlich Bohrlochmagnetik?

Vorgehen ist ... „so wie immer“



TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Gliederung der TS – Schwerpunkt = Datengewinnung

- 1 Geltungsbereich
- 2 Anforderungen an das Personal
- 3 Vorgehensweise
 - 3.1 Grundlagen der Durchführung
 - 3.2 Wesentliche Teilleistungen der Bohrlochmagnetik
 - 3.3 Anlage, Einmessung und Durchführung der Bohrungen
 - 3.3.1 Vorarbeiten
 - 3.3.2 Einmessung, Leitungssuche
 - 3.3.3 Bohrverfahren
 - 3.3.4 **Abteufen der Bohrungen**
 - 3.3.5 **Bohrlochabstand**
 - 3.3.6 **Bohrlochanordnung**
 - 3.3.7 Messsysteme
 - 3.3.8 **Durchführen der Messungen**
 - 3.3.9 **Verfüllen**
 - 3.3.10 Auswertung der Messungen
 - 3.3.11 Dokumentation bei der Durchführung
 - 3.3.12 Abschlussdokumentation
- 4 Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle

Die Aussagekraft der Messungen und deren Bewertung steht und fällt mit der Qualität der gewonnenen Messdaten.



TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Messen -> Auswerten und Bewerten

„... so wie immer“

1. Bohrtiefe

6 m

2. Abstand

1,5 m

3. Anordnung

Dreieck

4. Messsysteme

5. Messen

möglichst viel bohren, dann messen

6. Verfüllen

das, was reingeht



Damit wären alle Standorte in
Deutschland gleich ...

TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Eindringtiefe – Messtiefe - Bohrtiefe

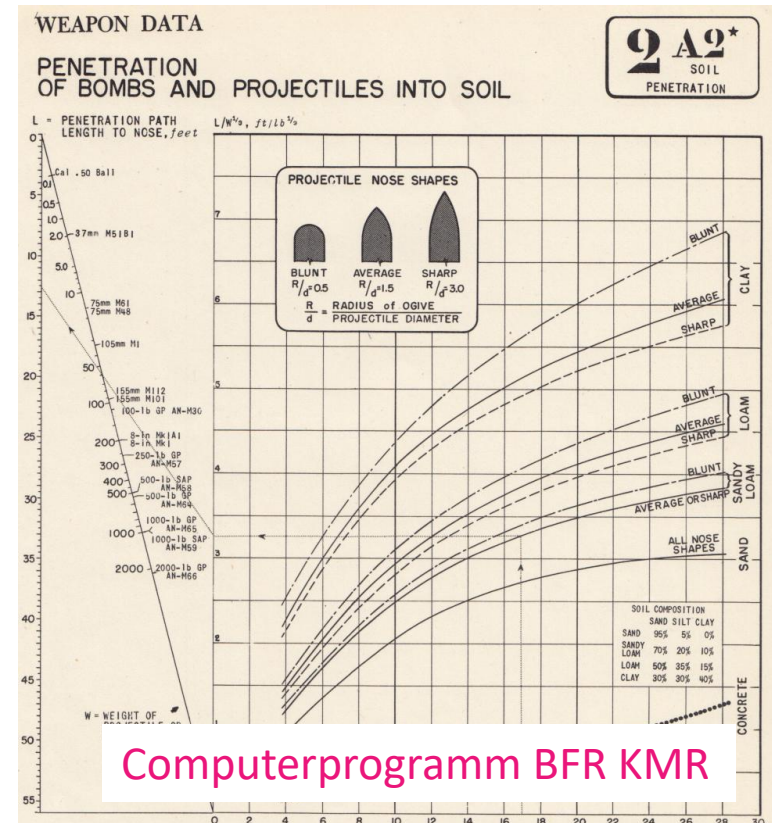
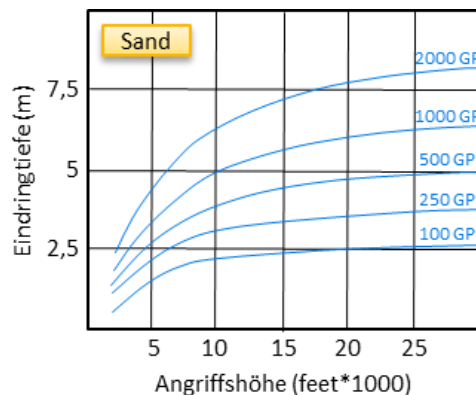
Eindringtiefe von Abwurfmunition

abhängig von:

- Bodenart
- Auftreffgeschwindigkeit (Flughöhe)
- Art der Abwurfmunition (Gewicht)
- Form der Spitze der Abwurfmunition

Messtiefe = Eindringtiefe + 1 m

Bohrtiefe = Messtiefe + ca. 0,5 m



Und draußen: „Was suchste denn?“ - „Bomben“

TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Bohrlochabstand

Wegener, Horst und Fleischmann, Rudolf (1954):

Ortung tiefliegender Bombenblindgänger.

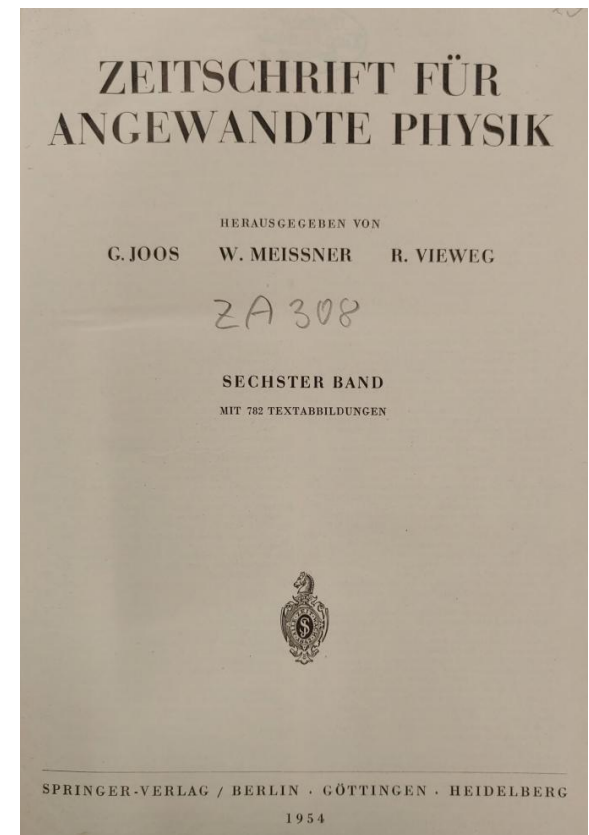
in: Zeitschrift für angewandte Physik, Band 6, Berlin (Springer)

Abstand der Bohrungen zueinander im
gleichseitigen Dreieck

$$d = \sqrt{3} \times 0,6 \times \sqrt[3]{\frac{V_{Bombe}}{R_{Umgebung}}}$$

V_{Bombe} Volumen des zu erwartenden
Bombenblindgängers in m^3

$R_{Umgebung}$ Umgebungsrauschen, berechnet aus
Bohrlochdaten



TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Bohrlochabstand

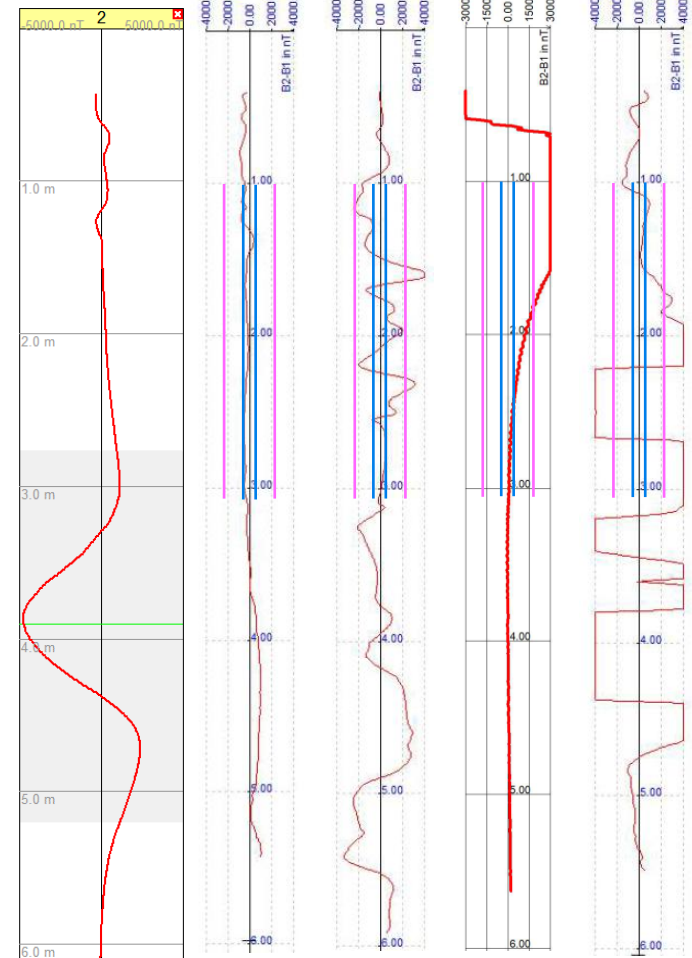
Bohrlochabstände n. Wegener & Fleischmann (1954)
in Abhängigkeit von

- Bombenart (Größe)
- Rauschen

Grenzgröße: 100 lb GP

Bohrlochabstände in Abhängigkeit des Signal-Rausch-Verhältnis (SRV) für typische Größen von Bombenblindgängern (berechnet nach Wegener und Fleischmann (1954))					
Abstand zwischen zwei Bohrlöchern für Bombenblindgänger... (gerundet auf ganze Dezimeter)	Volumen [m ³]	500 nT Rauschen "geringes Rauschen"	1.000 nT Rauschen "mäßiges Rauschen"	2.500 nT Rauschen "starkes Rauschen"	5.000 nT Rauschen "sehr starkes Rauschen"
GP 100 lb (50 kg) US	0,024	1,3	1,1 m	0,8 m	0,6 m
GP 250 lb (125 kg) UK	0,035	1,5	1,2 m	0,9 m	0,7 m
GP 500 lb (250 kg) US	0,111	2,2	<u>1,8 m</u>	1,3 m	<u>1,0 m</u>
GP 1000 lb (500 kg) US	0,231	2,9	2,3 m	1,7 m	1,3 m
GP 2000 lb (1000 kg) US	0,465	3,6	2,9 m	2,1 m	1,7 m
GP 4000 lb (2000 kg) UK	0,902	4,5	3,6 m	2,6 m	2,1 m
Bei einem eventuellen Rauschen von < 500 nT vergrößern sich die Bohrlochabstände nicht. Dies folgt aus den Überlegungen und der Berechnung nach Wegener & Fleischmann.					

500 lb GP



Und draußen: „Wie ist denn der Abstand?“ -
„Na, wie immer: 1,5 “

TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Bohrlochabstand

Was sagt die TS A-9.3.12?

Wesentliche Aussagen sind:

- Bohrlochabstand: Berechnungsverfahren von Wegener und Fleischmann (1954)
- Tabelle kann genutzt werden
- Nach den ersten Bohrlochsondierungen: evtl. Bohrlochraster anpassen

Das würde bedeuten, dass

- vorgegebene Bohrlochraster nicht sinnvoll sind
- Bohrraster angepasst werden müssten
- frühzeitige / laufende Abstimmung zur Anpassung notwendig ist

Bohrlochanordnung

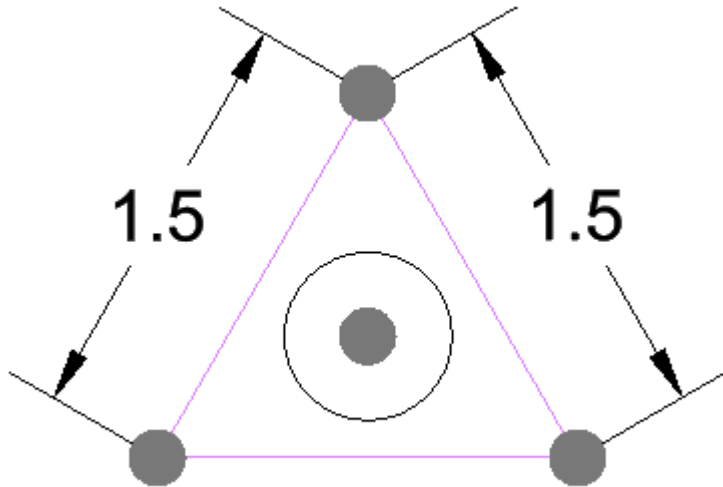
Es können drei Anwendungsfälle unterschieden werden:

1. punktuelle Erkundung (z.B. Pfahlgründungen)
2. linienhafte Erkundung (z.B. Verbauachsen)
3. flächenhafte Erkundung (z.B. Baufeld und Blindgängerverdachtspunkte)

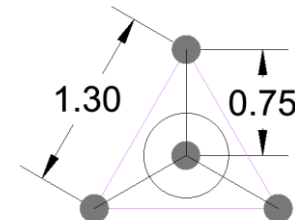
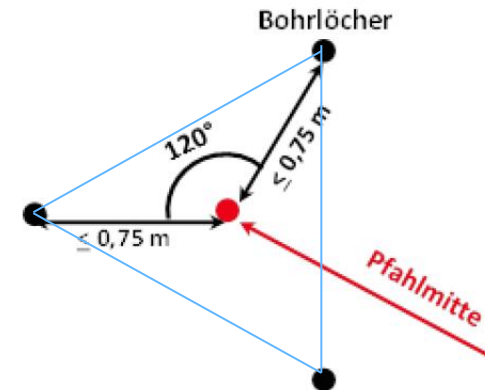
TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Bohrlochanordnung – punktuelle Anordnung

Üblich ist das „Tripel“:



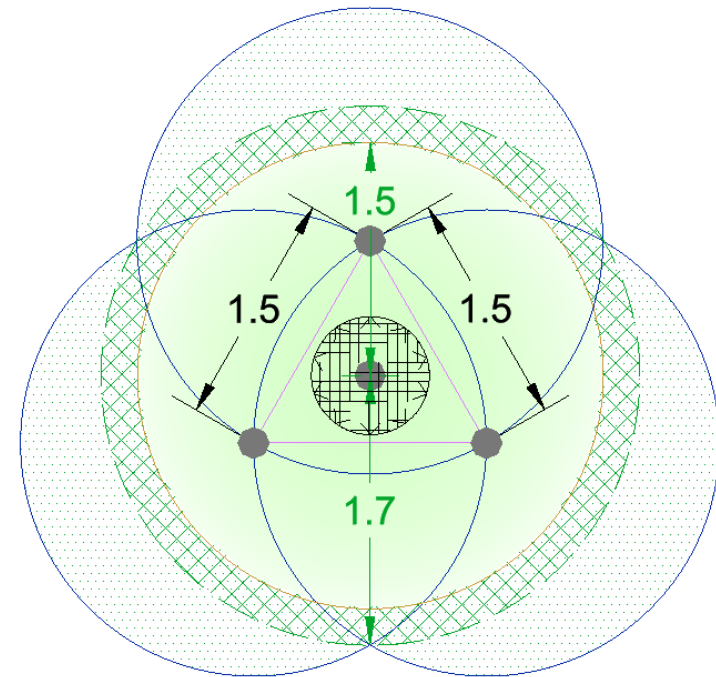
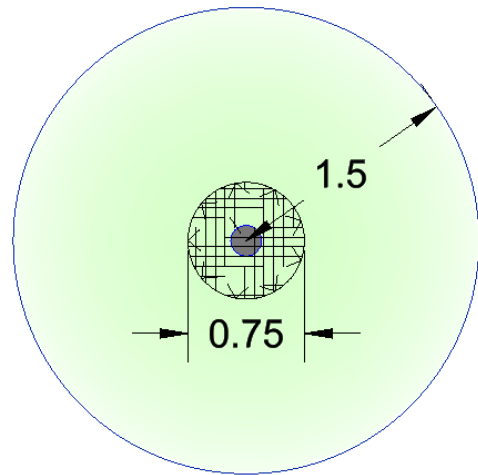
Bohrlochraster Einzelpunkt
(Baugrunderkundung, Pfahlgründung o.ä.)



TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Bohrlochanordnung – punktuelle Anordnung

1 BLS im Zentrum vs. „Tripel“



„Tripel“ ergibt einen Messbereich von 1,7 m zu 1,5 m bei der Zentralbohrung

TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Bohrlochanordnung – punktuelle Anordnung

Was sagt die TS A-9.3.12?

Wesentliche Aussagen sind:

- Punktuelle Bauwerke : einzelbohrung oder Bohrlochtripel.
- Einzelbohrungen: bei geringem oder mäßigem Rauschen
- Bohrlochtripel: starkem bis sehr starkem Rauschen

Das würde bedeuten, dass

- Einzelbohrung: kann häufig als derzeit üblich angewendet werden
- Tripel dürfte in vielen Fällen mit 1,5 m nicht auseinander sein -> siehe Abstand bei starkem Rauschen
- Bei starkem Rauschen: Pentagon (5 BLS) ?

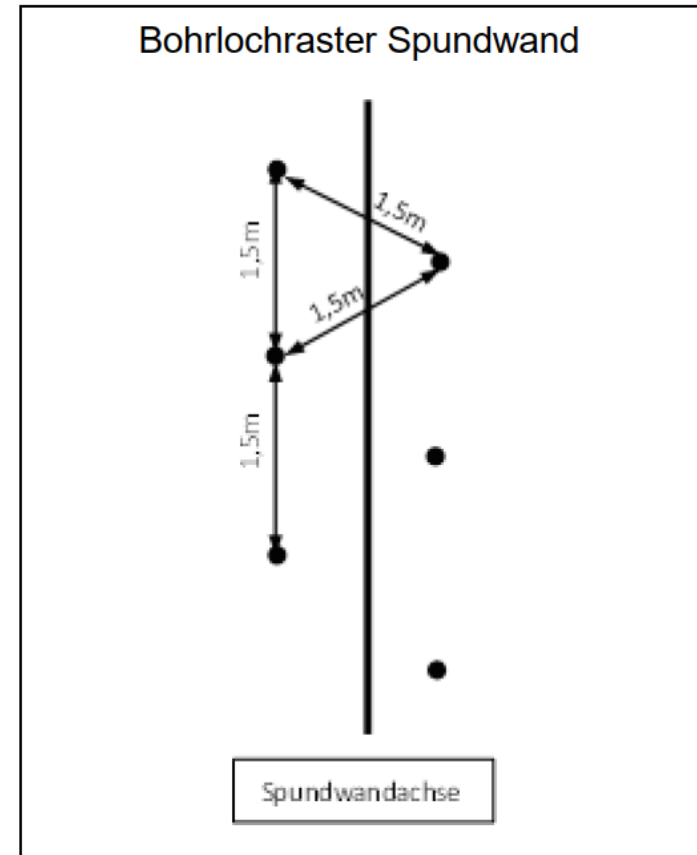
TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Bohrlochanordnung – linienhafte Anordnung

Üblich ist eine Zig-Zack-förmige Anordnung der BLS

Abstand auf jeder Reihe: 1,5 m

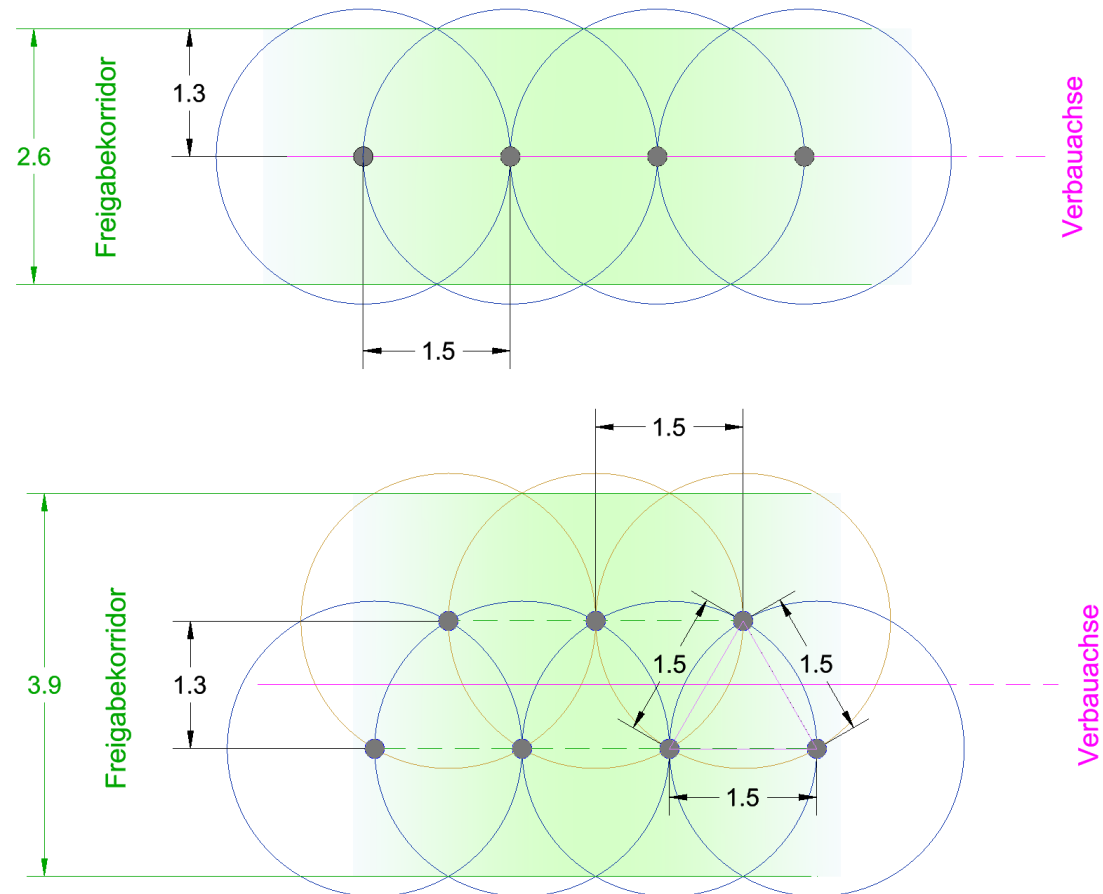
Abstand der Reihen zueinander: 1,3 m



TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Bohrlochanordnung – linienhafte Anordnung

Spundwände
haben eine
Breite von
0,1 bis 0,4 m



TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Bohrlochanordnung – linienhafte Anordnung

Was sagt die TS A-9.3.12?

Wesentliche Aussagen sind:

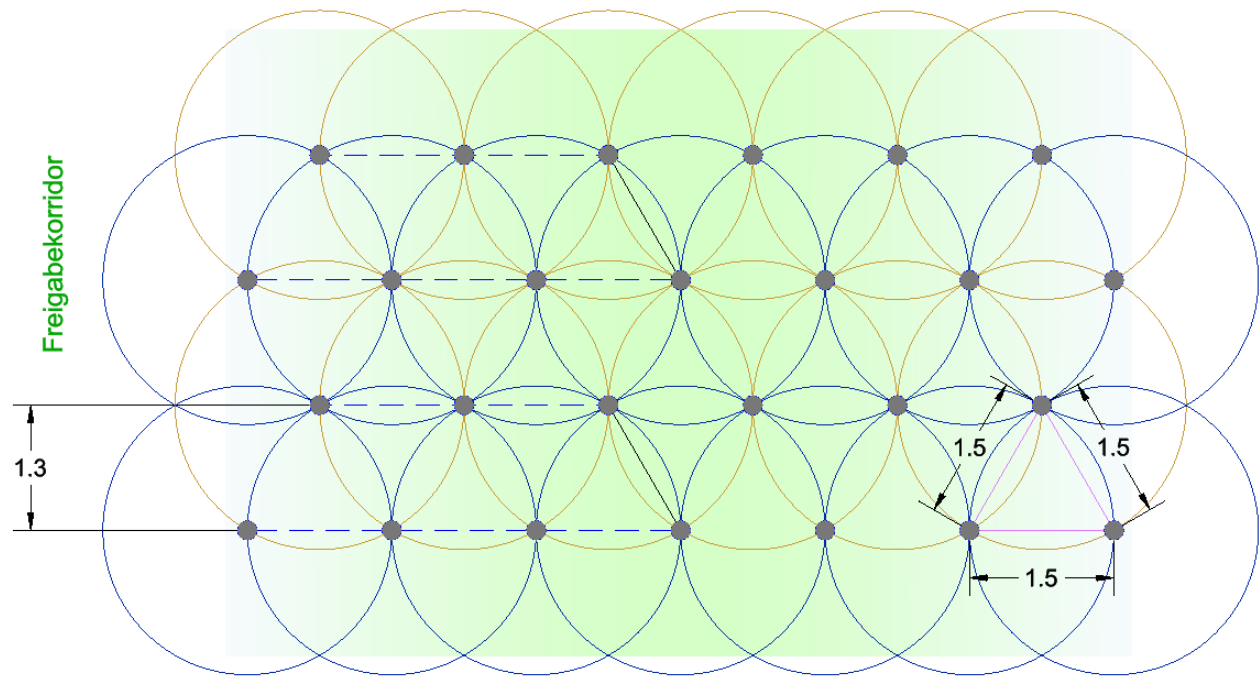
- Einreihige Anordnung: schmale, linienhafte Bauwerke bei geringem oder mäßigem Rauschen
- Zweireihige Anordnung: breitere Bauwerke und/oder starkes bis sehr starkes Rauschen

Das würde bedeuten, dass

- Einreihige Anordnung: kann häufiger als derzeit üblich angewendet werden
- Abstand bei mehrreihiger Anordnung könnte mit 1,5 m zu groß sein -> siehe Abstand bei starkem Rauschen

Bohrlochanordnung – flächenhafte Anordnung

Abstand der Reihen zueinander: 1,3 m



TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Bohrlochanordnung – flächenhafte Anordnung

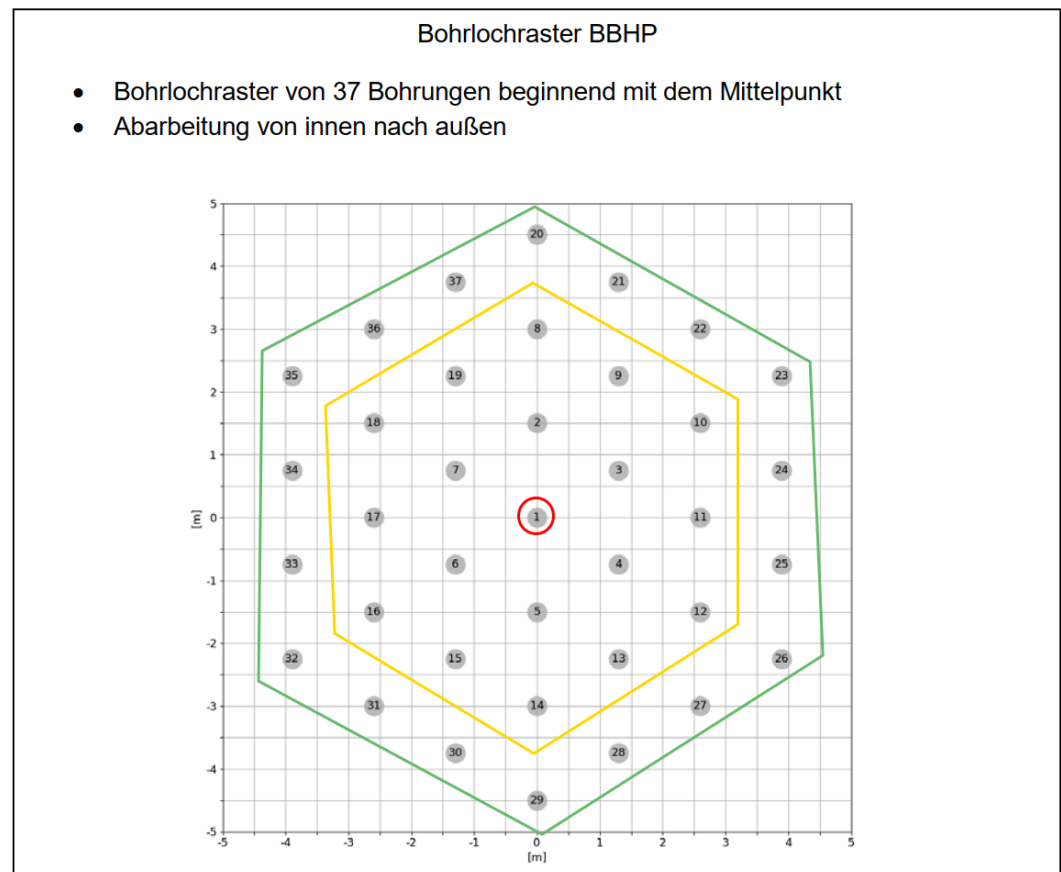
Spezialfall – Bombenblindgängerverdachtspunkt

Übliche Anzahl: 37 BLS

Was sagt die TS A-9.3.12?

Nichts...

Dazu mehr auf der
Außenstation ...

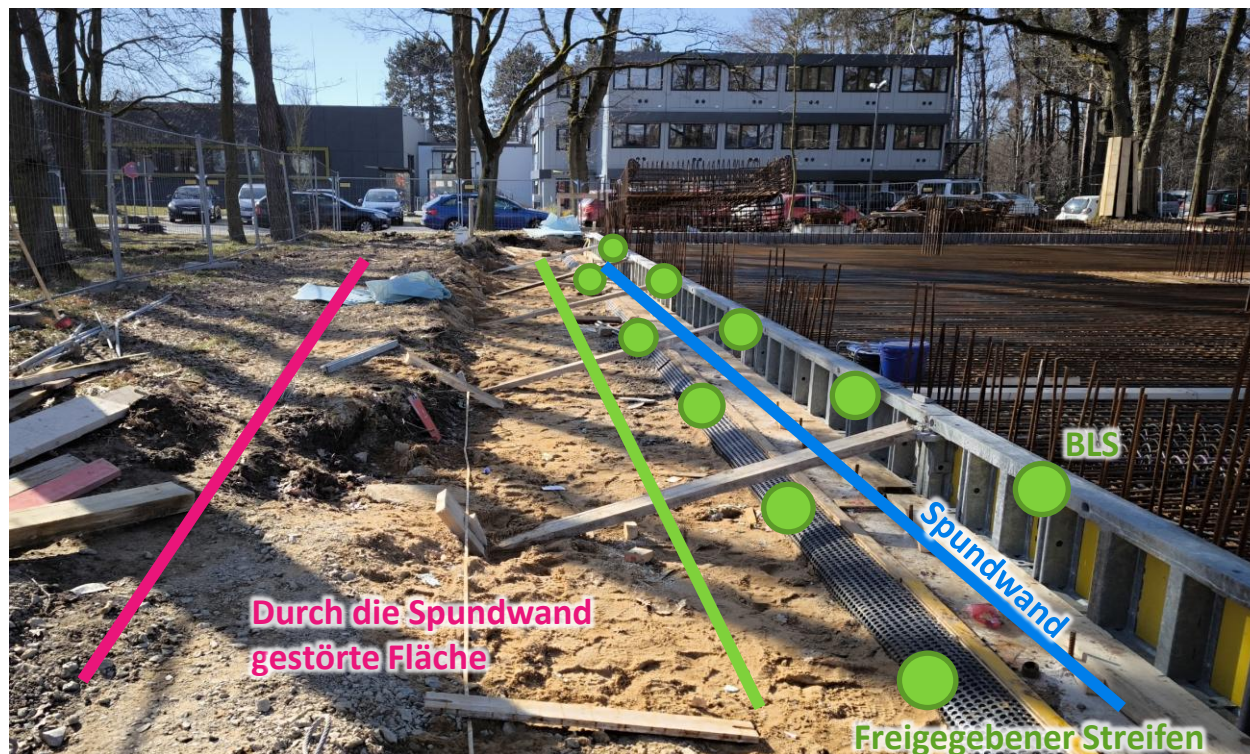


TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Bohrlochanordnung – Anordnung / Messfläche

... noch ein Gedanken zur Nachhaltigkeit...

Müsste die zu untersuchende Fläche nicht größer gewählt werden?



TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Durchführung der Bohrungen und der Messungen

1. Wo anfangen? Dort, wo keine Pfützen sind ...
2. Dann möglichst viel bohren
3. Und zum Feierabend messen...

...und wann passe ich
den Abstand an?
...und wo bleibt die
Sicherheit?



TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Durchführung der Bohrungen und der Messungen

Übliche Bohrgeräte

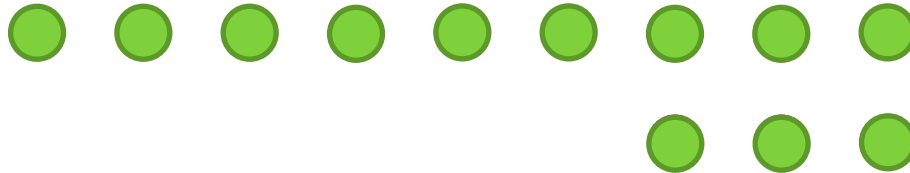
1. Bagger mit
 1. Anbaubohrgerät
 2. Anbaulafette
2. Lafettenbohrgerät



TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Durchführung der Bohrungen und der Messungen

Häufige Vorgehensweise beim Bohren und Messen ...



Sichere Vorgehensweise beim Bohren und Messen ...



TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Durchführung der Bohrungen und der Messungen

Was sagt die TS A-9.3.12?

Wesentliche Aussagen sind:

- Bohrlöcher ≥ 1 m tiefer als größte erwartete Tiefe der vermuteten Bombenblindgänger
- Eindringtiefe - Messtiefe - Bohrtiefe
- Bohrungen senkrecht $\leq 3^\circ$
- 1. Bohrung: 1 m-Abschnitten
- 1. Bohrung freigegeben $\Rightarrow$ direkt benachbarten Bohrungen möglich
- 1. Bohrlochreihe freigemessen $\Rightarrow$ benachbarte Bohrlochreihen möglich

Das würde bedeuten, dass

- Bohrtiefen häufig zu gering – Eindringtiefe 1000 lb Sand 6,5 m = Messtiefe 7,5 m = Bohrtiefe 8,0 m
- Senkrecht mit $\leq 3^\circ$ - mit den zumeist eingesetzten Anbaugeräten nicht wirklich möglich
- Bohren – Messen – Bohren – Messen ...

TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Verfüllen

Warum macht man das Loch denn wieder zu, das fällt doch von alleine irgendwann zusammen?

Wie stark beeinflusst ein solches Bohrraster die Qualität des Baugrundes?



Verfüllen

Verfüllgut können sein:

- Bohrgut
- Füllsande, Brechsande
- Splitt
- Quellton
- Dämmer und vergleichbare Materialien

„Gleiches zu Gleichem“

- Wie wird sichergestellt, dass tatsächlich das gesamten Bohrloch verfüllt wird? -> Nachfall, eindrückende Sedimente
- Wie wird eine „einigermaßen“ Verdichtung, vergleichbar zum Umgebungssediment hergestellt?
- Welche Wassermengen muss ich beim Quellton zuführen?

TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Verfüllen

Was sagt die TS A-9.3.12?

Wesentliche Aussagen sind:

- vollständige Verfüllung
- Quellton unter gleichzeitiger Zugabe von Wasser (10% der Masse des Quelltons)
- benötigtes Verfüllmaterial <-> tatsächlich verfülltes Verfüllgutes
- Zeitnahes Verfüllen der Bohrlöcher

Das würde bedeuten, dass

- geeignete „Stocherwerkzeuge“ eingesetzt werden müssten
- bei Quellton produktabhängige Wassermengen kontinuierliche zugeführt werden müssten
- eine Mengenzbilanz für jedes Bohrloch aufgestellt werden müsste

TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Fazit

1. Die neue TS A-9.3.12 gibt konkrete Hinweise, um die Messdaten der Bohrlochmagnetik fachtechnisch korrekt und sicher gewinnen zu können.
2. Es sollte insbesondere auf die Aspekte geachtet werden:
 - Bohrtiefe
 - Abstand
 - Anordnung
 - Messen
 - Verfüllen

TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Fazit

3. Respekt vor den Menschen, die jeden Tag bei Wind und Wetter Bohrlochsondierungen durchführen.
4. Beständiges Schärfen des Bewusstseins für die techn. Anforderungen notwendig.
5. Erklärungen, Beraten und Unterstützen der Menschen bei den Arbeiten.
6. Aber auch Kontrolle und zur Not: try again, please...

Denn: Wir suchen immerhin Bomben und wir sollten vermeiden, dass wird sie dann beim Ausbaggern finden...

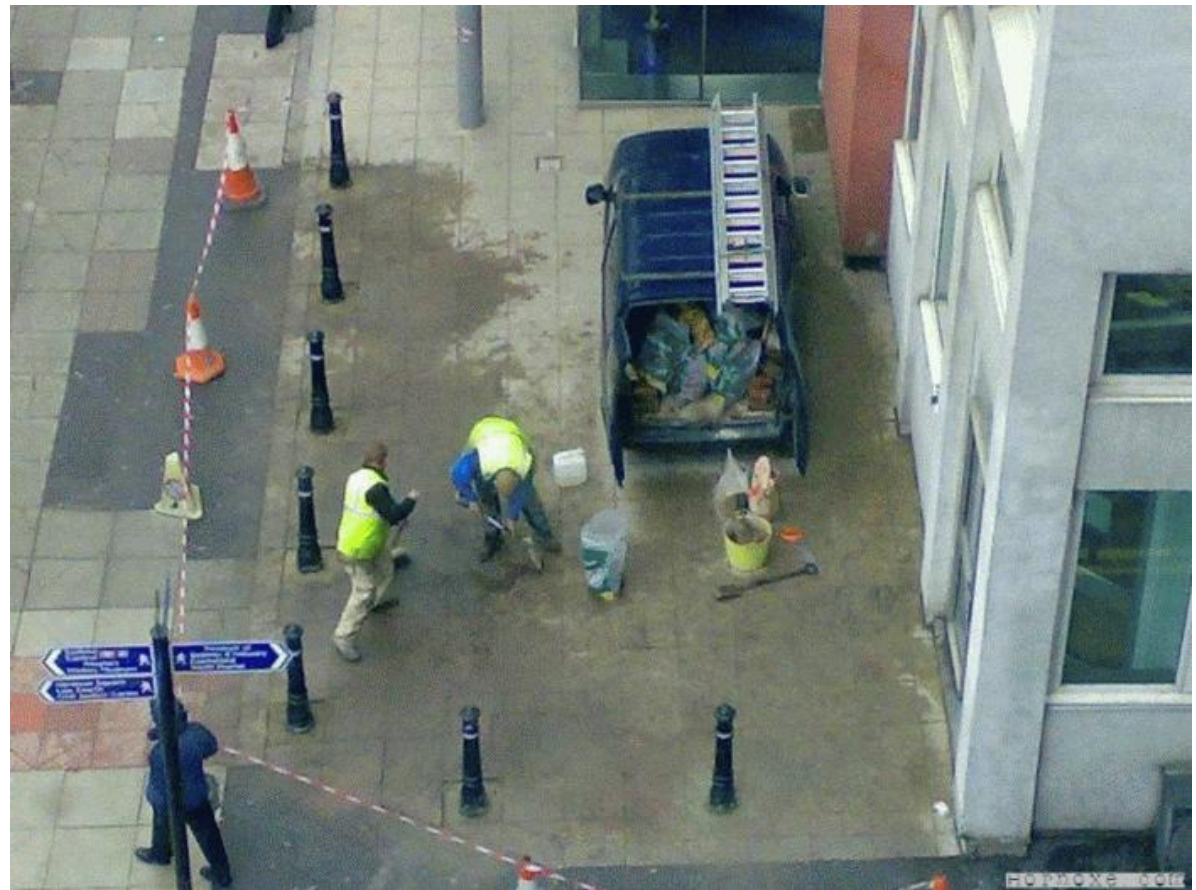
TS A-9.3.12 Bohrlochmagnetik

Fazit

Die Außenstation wird Ihnen die praktische Durchführung zeigen ...

Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit...

... und hier noch
ein kleines
Rätsel
zu ...



Intentionally left blank