

Versuchsplanung für Prüfung und Bewertung von Metalldetektoren für die Minenräumung

Mate GAAL, Christina MUELLER, Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM), Berlin

Kurzfassung: Dieses Poster stellt eine Versuchsplanung für die Prüfung und Bewertung von Metalldetektoren, die in der Minenräumung eingesetzt werden. Die Grundlage hierfür wurde mit einer Versuchsreihe zum Test von Metalldetektoren erarbeitet. Diese Versuchsreihe wurde in Kroatien im Jahr 2005 durchgeführt.

Der Anlass dieser Versuchsreihen war, die Durchführbarkeit der Tests, die im CWA (Comité Européen de Normalisation /CEN/ Workshop Agreement) 14747:2003, dem europäischen Standard zum Test von Metalldetektoren in der humanitären Minenräumung, beschrieben sind, zu untersuchen. Die Ergebnisse wurden in ROC-Diagrammen (Receiver Operating Characteristics) und POD-Kurven (Probability of Detection) dargestellt.

Als Teil der Versuchsreihe in Kroatien in 2005 wurden Messungen des maximalen Detektionsabstandes durchgeführt. Die Ergebnisse ließen eine hohe Variabilität des maximalen Detektionsabstandes erkennen. Diese hohe Variabilität muss bei allen Experimenten in Betracht gezogen werden. Ein Teil dieser Variabilität wird von den jeweiligen Unterschieden zwischen den bedienenden Personen und der Geräteeinstellung hervorgerufen.

Die Zuverlässigkeitstests zur Minendetektion, beschrieben im CWA 14747:2003, kommen realen Bedingungen bei der Entminung am nächsten. Darin enthalten sind sowohl viele der Umweltbedingungen als auch viele der überaus wichtigen Einflüsse des Faktors Mensch. Jede Versuchsplanung stellt jedoch einen Kompromiss zwischen vollständig repräsentativen Bedingungen und der Kosteneffektivität dar. Zur Lösung dieses experimentellen Problems wird die fraktionell faktorielle Versuchsplanung basierend auf dem griechisch-lateinischen Quadrat vorgestellt. Die Übertragbarkeit der Methodik auf Zuverlässigkeitstests zerstörungsfreier Prüfsysteme wird aufgezeigt.

Versuchsplanung für Prüfung und Bewertung von Metalldetektoren für die Minenräumung

Mate Gaal, Christina Müller

BAM (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung)

Metalldetektoren

Landminen

- bedrohen die Zivilbevölkerung,
- verhindern den Wiederaufbau des Landes.

Metalldetektor ist das wichtigste Werkzeug in der Landminensuche.

Arbeitsprinzip des Metalldetektors: niederfrequenter Wechselstrom erzeugt Wirbelstrom im Metall, der ein Sekundärfeld induziert.



Versuchsplanung

Ziel ist, die Wirkung aller wichtigen Einflussgrößen optimal zu erfassen. Gute Versuchsplanung ermöglicht effiziente Prüfung, reduziert die Messabweichung und ermöglicht erwartungstreue Folgerungen.

Prinzipien:

- Wiederholung,
- Herstellung einer Zufallsordnung,
- Blocksetzung.

Beispiel für eine Versuchsplanung: Griechisch-Lateinischer Quadrat

A α B δ C β D γ
 B γ A β D δ C α
 C β D γ A α B δ
 D δ C α B γ A β

Einflussfaktoren:

- Lateinischer Buchstabe
- Griechischer Buchstabe
- Zeile
- Spalte

Zuverlässigkeitstests

Zuverlässigkeit eines ZfP-Systems = die Fähigkeit des Systems zu detektieren ohne Falschanzeigen zu geben.

Zuverlässigkeitstests sind Blindtests: die Ziele (z. B. Minen) sind zufällig angeordnet und ihre Positionen, Art und Tiefen sind den Bedienern nicht bekannt. Die Bediener versuchen alle Ziele zu detektieren und zu lokalisieren. Sie markieren ihre Funde mit Markern und die Markerpositionen werden später mit den Minenpositionen verglichen. Wenn sich ein Marker innerhalb des so genannten Halo-Radius befindet, gilt das Ziel als gefunden. Andere Marker werden als Falschanzeigen registriert.

Detektionswahrscheinlichkeit: $POD = \frac{\text{Anzahl der gefundenen Ziele}}{\text{Anzahl der vorhandenen Ziele}}$

Falschanzeigenrate: $FAR = \frac{\text{Anzahl der Falschanzeigen}}{\text{Fläche}}$

Testreihe in Kroatien, 2005

1. Woche

		start			
		1	2	3	4
lane	1	A α	C δ	B β	D γ
	2	C γ	A β	D δ	B α
	3	B β	D γ	A α	C δ
	4	D δ	B α	C γ	A β

2. Woche

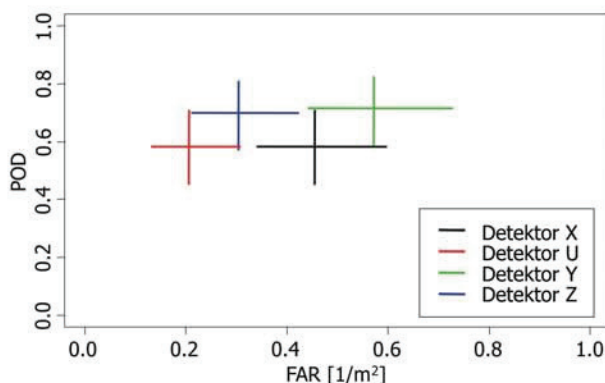
		start			
		1	2	3	4
lane	1	C α	A δ	D β	B γ
	2	A γ	C β	B δ	D α
	3	D β	B γ	C α	A δ
	4	B δ	D α	A γ	C β

A, B, C, D: Bediener
 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$: Detektoren
 lane: Testbahn
 start: Versuchsdurchgang

ROC-Diagramme

Kreuzgröße ~ 95% Vertrauensbereich

Vergleich der Detektoren im Boden aus Obrovac, Kroatien, an der Mine PMA-2. Die Minen wurden an Tiefen 0-15 cm vergraben.



Die PMA-2 ist eine "Minimum-Metal" Mine, die in diesem Test in einem Boden mit schwierigen magnetischen Eigenschaften war. Die meisten Minen im Minenfeld werden in der Nähe der Oberfläche gefunden.

POD-Kurven — Faktor Mensch

Vergleich der Versuchsreihen in 2003 und 2005. Die Ergebnisse an denselben Minen und Detektoren werden dargestellt. Bessere Training und Arbeitsbedingungen haben einen entscheidenden Einfluss auf die Ergebnisse.

