

DTI-Puls – Technische Beschreibung

Das PI-Verfahren ist ein aktives Ortungsverfahren! Wie die Bezeichnung schon sagt, geht bei den aktiven Ortungstechniken vom Ortungsgerät selbst etwas aus. Bei der Ortung von Metallen im Erdreich wird dabei eine physikalische Erscheinung ausgenutzt, nämlich die Erzeugung von Wirbelströmen in Metallobjekten infolge alternierender Magnetfelder! Diese alternierenden Magnetfelder können durch elektromagnetische Wellen oder gepulste Gleichströme erzeugt werden. Wichtig ist, dass die Intensität dieser Magnetfelder ständig Höchst- und Tiefstwerte einnehmen. Erzeugt werden diese Wellen von Oszillatoren bzw. von Pulsgeneratoren beim Puls-Induktions-Verfahren!

Das PI-Verfahren unterscheidet sich allerdings von den anderen aktiven Ortungsverfahren grundsätzlich in zwei Punkten:

1. Die zeitliche Entkopplung zwischen Sendersignal und Einschaltzeitpunkt des Empfängers
2. Die benutzten Sonden sind nicht Bestandteil eines elektronischen Schwingkreises

Während bei den anderen Verfahren (VLF) immer ein Oszillator ein stetiges elektromagnetisches Feld erzeugt, das für die Wirbelstromausbildung erforderlich ist, wird beim PI-Verfahren ein Gleichstrom in Form von kurzen Impulsen durch die Suchspule geschickt. Dadurch wird jeweils ein kurzes, aber äußerst intensives Magnetfeld erzeugt, das nach seiner Beendigung eine gewisse Zeit braucht, um wieder abzuklingen. Gerät ein Metallobjekt in den Spulenbereich, so entsteht in ihm ein Wirbelstrom, der selbst wieder ein objekt eigenes Magnetfeld (Sekundärfeld) zur Folge hat. Nach Abschalten des Gleichstromimpulses klingt dieses Feld langsam ab und erzeugt in der Empfängerspule - dies kann auch die auf Empfang geschaltete Senderspule sein - eine Spannung, die verstärkt, weiter untersucht und ausgewertet werden kann.

Das Prinzip des PI-Verfahrens liegt in der zeitlichen Entkopplung zwischen Sender- und Empfängersignal. Dieser Zustand erlaubt das Erzeugen von erheblich größeren Magnetfeldern, die sich auf die Intensität der Wirbelstromausbildung in den gesuchten Metallobjekten positiv auswirken. Wichtig ist dabei, dass man technologisch so vorgeht, dass man nach einem kurzen zeitlichen Sicherheitsabstand den Empfänger einschaltet und versucht, das inzwischen eingetretene Abklingverhalten der Wirbelströme zu erfassen und auch näher zu untersuchen. Grundlage für dieses Abklingverhalten ist eine Exponentialfunktion, die aus der Physik hinreichend bekannt ist.

Die Einschaltphase des Empfängers wird auch Zeitfenster genannt. Die besseren Kaufgeräte haben alle ein verschiebbares Zeitfenster, das den Empfänger umso empfindlicher macht, je näher man es am Primärpuls platzieren kann. Dabei muss der sogenannte "Kondensatoreffekt", den die einzelnen Spulenwindungen gegeneinander aufbauen, minimiert werden. Dieser Effekt wird umso kleiner, je größer der Abstand der Windungen voneinander ist. Daher kommt hier Spulendraht mit möglichst dicker Isolierung zum Einsatz.

Vorteile des PI-Verfahrens:

Bedingt durch die zeitliche Entkopplung zwischen Senderimpuls und Empfängeraktivierung können kräftige Magnetfelder erzeugt werden, die auch noch in weit entfernten Metallobjekten Wirbelströme und damit ortbare Sekundärfelder hervorrufen. Diese physikalische Eigenschaft prädestiniert das PI-Verfahren zu einem der leistungsfähigsten Verfahren überhaupt. Da die Suchspule nicht Teil eines Schwingkreises ist, kann ihre Form beliebig abgeändert werden. Wichtig ist nur, dass ihre Induktivität erhalten bleibt, um dem Impulsgeber einen optimalen Energietransfer zu ermöglichen.

Analog-PI-Detektoren:

Die Metallunterscheidung ist bei vielen (aber nicht allen) PI-Geräten noch nicht optimal. Da man hier nur das zeitliche Abklingverhalten untersuchen kann, erweist sich dieses nützliche Werkzeug als schwierig zu bewerkstelligen. Die Intensität der im Objekt erzeugten Wirbelströme und damit auch das von der Suchspule empfangene Signal sind abhängig von der elektrischen Leitfähigkeit des zu ortenden Metallobjekts. Je größer seine Leitfähigkeit, desto stärker ist der sich im Fundgegenstand ausbildende Wirbelstrom und desto länger das Abklingverhalten.

Doch noch etwas beeinflusst die Ortung! Wie lange ist das Objekt vergraben? Wenn ich heute ein Hufeisen in 1 Meter Tiefe vergrabe wird der Detektor das gerade noch wahrnehmen. Liegt dieses Hufeisen jedoch 100 Jahre in der Erde, mineralisiert sich das Erdreich darum und gaukelt so dem Detektor ein größeres Objekt vor.

Digitale PI-Detektoren mit PC-Bausteinen

Die herkömmlichen Puls-Induktions-Detektoren basieren, wie oben beschrieben, auf analoger Technologie. Die neuen DTI-Puls-Induktions-Detektoren arbeiten jedoch komplett mit Computerbausteinen wie z.B. Motherboard, Prozessor, Arbeitsspeicher, Hauptspeicher ect. wie man sie bislang auch aus eigenen PCs kennt.

Hier beginnt eine neue Aera in der PI-Detektoren-Technologie. Eine Technologie, die der bisherigen Analog-Technologie weit überlegen ist. All die Nachteile der PI-Analogverfahren werden aufgelöst und somit eine sehr gute Metallunterscheidung auch bei sehr großen Tiefen ermöglicht.

Das Prinzip ist, wie vorhin erwähnt, der Einsatz von PC-Komponenten. Da diese Komponenten in großen Stückzahlen im Handel erhältlich sind, lassen sie sich in der Serie relativ unkompliziert verarbeiten und weiterentwickeln.

Dadurch könnte ja jeder in der Lage sein ohne großen Aufwand einen PC-Detektor zusammenzubauen, würde man sagen. Ja, wenn man auch den entsprechenden „PIU-Prozessor“ dazu hätte. Dieser „PIU-Prozessor“ ist das Herzstück der PC-PI-Detektoren und wurde speziell für diese Geräte entwickelt. Nur dieser Prozessor ist in der Lage die entsprechenden Signale vom Detektor zu verarbeiten und umzuwandeln.

In dem PIU-Prozessor sind all die speziellen Informationen programmiert und gespeichert. Man kann es vergleichen mit einem Betriebssystem eines Computers. Das Gerät erkennt nach dem Einschalten automatisch die Spule, die gerade angeschlossen ist. In der PC-Sprache spricht man von „Plug and Play“.

Nach dem Erkennen der Spule wird automatisch ein Spulenabgleich durchgeführt; d. h. das Gerät erfasst alle erforderlichen Informationen aus den Kombinationen Luft, Boden und Spule und justiert dem entsprechen den Rechner. Dieser Vorgang dauert ca. 30 Sekunden, danach kann man sofort mit der Suche beginnen.

Bei stark mineralisierten Böden kann man zusätzlich eine manuelle Spulenabstimmung durchführen. Der PIU-Prozessor registriert die Werte und ignoriert sie während der Suche. Die große Displayanzeige (6 cm x 11 cm) gibt eine gute Übersicht - zeitgleich - ob es sich um ein Edelmetall oder eisenhaltiges Metall handelt und darüber hinaus auch die Intensität und Verlauf der Signalstärke der georteten Objekte.

Auf sämtliche Aktualisierungen im Softwarebereich kann der Kunde direkt zugreifen: Alle Geräte besitzen bereits eine Schnittstelle, über die die Detektorenrechner über die Serviceseite im Internet www.....??? (demnächst) seine Gerätesoftware kostenlos aktualisieren (updaten); d. h. auf dem neuesten Stand bringen kann.

DIGITAL-PI-MOTHERBOARD-TECHNOLOGIE

- Mit der Motherboard-Technologie entsteht eine neue Generation von Pulsdetektoren. Wie vom PC gewohnt, haben wir hier Baugruppen oder Module, die ihren eigenen Arbeitsbereich haben und über eine Datenstrecke miteinander kommunizieren. Das Gehirn ist der Hauptprozessor, der Eingaben verarbeitet und die Verbindung zwischen den Modulen aufnimmt und die Daten entsprechend verteilt. Die Übertragungs-Protokolle zur PIU oder LCD oder dem Grafikdisplay sind bei allen Boards gleich und daher kompatibel. Bei einem anderen Layout ändert sich lediglich der Header mit dem Pinning.
- Wird durch neue Erkenntnisse die PIU der gleichen Serie ersetzt oder die Software der PIU durch ein Update geändert, dann ist ohne neue Hardware des Boards hier auch nur ein Update der Software erforderlich.
- Das Board und auch der zugehörige Datenspeicher - die EEproms - können für jedes handelsübliche LCD programmiert werden. Entsprechend mehr oder weniger Aufwändig können die Darstellung oder Information gestaltet werden.
- Der LCD Steckplatz kann zu einem SPI Interface programmiert werden und dann entweder einen Grafikprozessor auf dem Board oder ein externes Grafikdisplay mit entsprechendem Schnittstellen-Modul betreiben. Man kann also jederzeit einen MAGIC in einen NEXUS verwandeln oder umgekehrt.
- Man kann also schon aus den Basisboards eine Vielzahl von Detektoren per Software erstellen. Für sinnvoll halte ich 16 x 4 bis 20 x 4 Zeichen und 128 x 64 bis 240 x 128 Pixel. Je vielfältiger die Darstellung ist, umso weniger Bedienung oder Einstellung von Parametern ist erforderlich.
- Ein Board kann also viele Wandlungen oder Entwicklungen überleben, ohne dass man ihm mit dem Lötkolben zu Leibe rücken muss.
- Die EEproms dienen als Datenspeicher für LCD, Grafik und Arbeitsdaten. Mit der I2C-Schnittstelle ist das die einfachste Form von Speichermedium. Wenn es die Software vorsieht, kann jedes Board auf 8 Speicher zu je 64 K/Bit aufgerüstet werden. Dazu werden alle Arbeitsspeicher entfernt und eine Speicherkarte auf Bank0 gesteckt. (Immerhin haben wir dann den Speicher des Brotkastens mit 64 KByte. Damit kann man schon viel anfangen, wenn man den alten C64 noch kennt. Da kann noch draufgesetzt werden, wenn erforderlich mit 256 K/Bit EEproms, die zu 32 k/Page orientiert sind. Da muss man schon etliche Stunden laufen, um den Speicher mit Suchwerten zu beschreiben.
- Jedes Board hat eine RS232 Schnittstelle und ein Com-Port zum Betrieb eines Datensenders. Falls die Software es vorsieht, können die Suchergebnisse unmittelbar zu einem Laptop mit entsprechender Empfangsausrüstung und Software gesandt werden um sie dort auszuwerten oder zu speichern.
- Mit der RS232 können Suchdaten in den PC geladen werden. Damit kann man dann eine grafische Oberfläche der Daten erstellen. Ebenfalls können 2 Detektoren Ihre Daten austauschen oder vergleichen.
- Bei all dem bleibt das Motherboard unverändert. Es wird nur ausgebaut und der Hauptprozessor wird zum Datenlotsen.

PIU- (Pulse–Isolation-Unit)

- Die PIU ist das Auge des Detektors. Sie wirft den bisher in allen Detektoren notwendigen Analogteil, wie Integrator, Verstärker und Sample/Hold-Schaltung über Bord.
- Die PIU arbeitet vollständig Digital und hat einen eigenen Prozessorkern. Sie kann seriell Befehle und Daten empfangen und Messdaten übertragen. Einstelltrimmer oder Abgleichwerte gibt es nicht. Alle Funktionen können per Software erledigt werden.
- Die PIU arbeitet vollständig peakorientiert. Sie nimmt ihre Arbeit also erst auf, wenn sie ein positiv gerichtetes Sekundärfeld erkennt. Das bedeutet, es muss eine Spule angeschlossen sein. Es ist gleichgültig woher die Primärverstromung der Spule erfolgt.
- Die PIU startet mit einem vollständigen Scan des abklingenden Peaks und erstellt ein Image der Spule. Dieser Vorgang dauert einige Sekunden nach Einschalten. Danach berechnet sie den besten Wert für den Start des Tastframes. Dieser Scan kann nach belieben wiederholt werden. Wird dieser Scan in Luft ausgeführt, sind die spezifischen Eigenschaften der Spule bei der Steigung y_0 , also Luft, Basis der Berechnung. Bei Scan über Boden haben wir dann die Steigung $y_0 + y_r$. Die elektrischen Eigenschaften des Bodens werden also mit in die Berechnung einbezogen. Will man Objekte kleiner dem nächstem Objekt nicht registrieren, so kalibriert man zusammen mit diesem Objekt. Man kann also zum Test ein Stück Eisen an der Spule befestigen und die PIU wird diese Eigenschaften der Spule als gegeben/real voraussetzen. Dies ist nicht die bekannte Methode der Nullung, wo der momentane Fund oder Boden als Referenz genommen wird. Dies kann man beim Suchen noch zusätzlich ausführen.
- Die PIU arbeitet nicht mit Absolutwerten, sondern in zwei Dimensionen mit Flächen. Analog wie ein Videobild. Wenn wir einen schwarzen oder weißen Pixel eines Bildes sehen, so können wir keine Aussage über das Gesamtbild machen. Es ist hierzu eine größere Anzahl notwendig.
- Die PIU C12-16 (Mineralsonar vorbereitet) arbeitet mit 8 Pixeln/Puls x 8 Pulsframes mit einer Tastbreite von 1 μ s im Samplesprung mit 12 Bit = 64 Pixel. Diese Auflösung lässt schon eine klare Diskriminierung von Legierungsgold und vollständige Ausblendung von ferromagnetischen Objekten zu. Entsprechend ist die Gewichtung bei Mischung beider Objekte. Es kann also durchaus Gold in einer Bierdose gefunden werden.
- An dieser Stelle wird klar, je mehr Pixel/Puls und Pulsframe und je höher die Auflösung des A/D Wandlers, umso genauer wird die Berechnung.
- Der Hauptrechner kann sich zu jedem Zeitpunkt einzelne Pixel, Pixelframes oder vorberechnete Flächeninhalte holen. Das wird nur durch die Taktfrequenz bzw. MIPS der CPU begrenzt. Wir arbeiten ja in Echtzeit. LCD und VCO wollen ja auch bedient werden.
- Die C12-16 ist die kleinste digitale PIU. Hier wird ein erheblicher Teil der Berechnung noch dem Hauptrechner zugeordnet. Eine höherwertige A-Serie ändert weder etwas am Kommunikationsprotokoll, am Pinning oder am Motherboard. Es ändert sich lediglich das PIU-Modul in der Software des Hauptrechners.