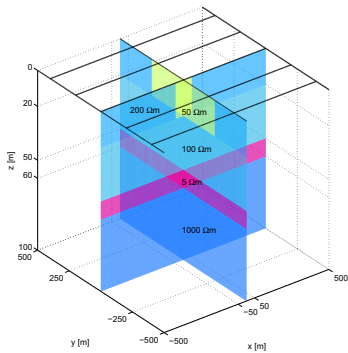


Visualisierung von Leitfähigkeitskontrasten mittels Bildbearbeitungsmethoden

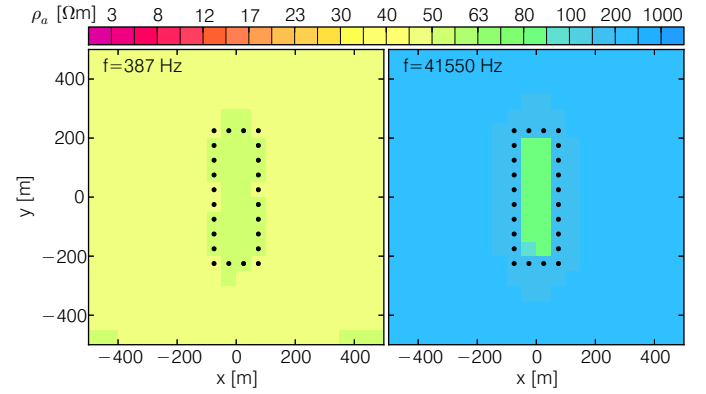
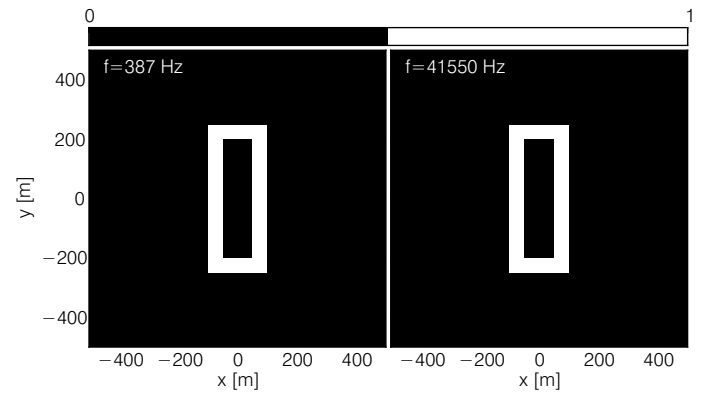
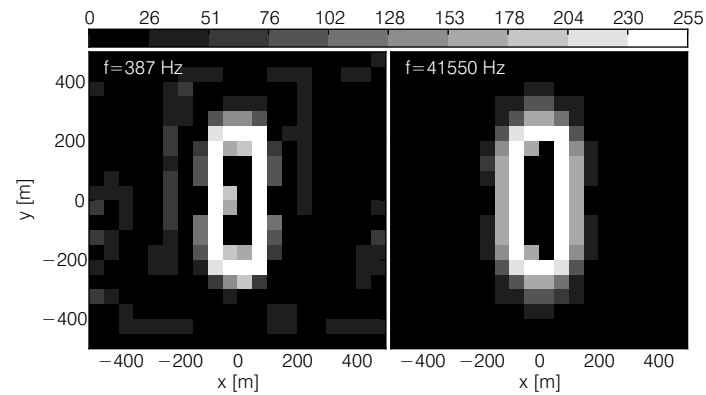
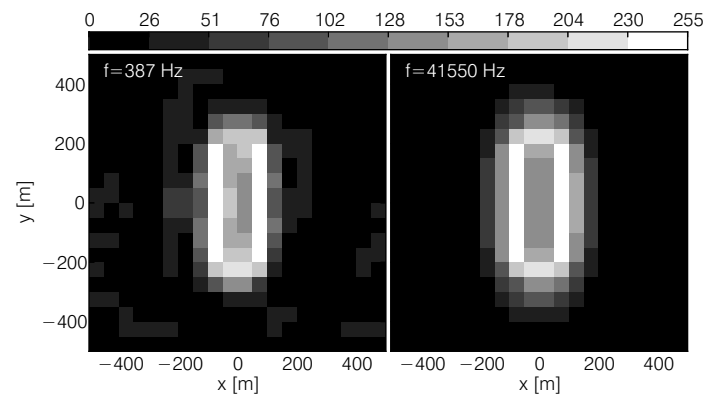
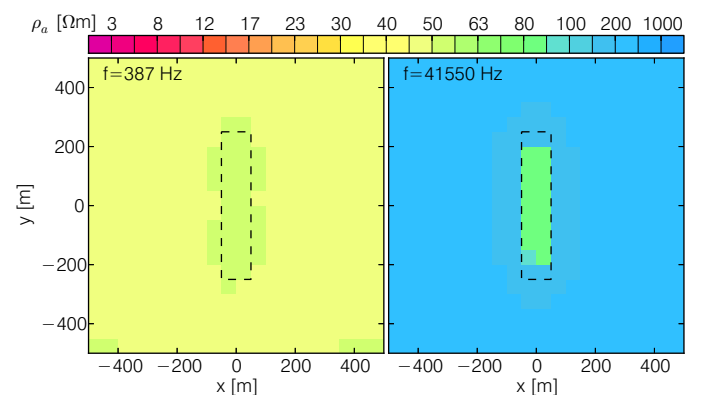
Angelika Ullmann, Bernhard Siemon

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover

Modelldaten



Das 3D-Modell umfasst: ein 50 Ω m Block der Größe 50 \times 250 \times 20 m, mittig in einem geschichteten Halbraum, $\rho = 200, 100, 5, 1000 \Omega$ m, $d = 20, 30, 10$ m. Über diesem Modell wurde eine HEM-Befliegung in 30 m Höhe simuliert (schwarz: Fluglinien) mit dem Programm MarcoAir (AMIRA). Zu den Daten wurde 1% Rauschen addiert.



Einleitung

Im Rahmen des Projekts AIDA arbeiten wir an einer kombinierten 1D/3D-Inversion von Daten der Hubschrauberelektromagnetik (HEM). Dabei soll ein Suchalgorithmus entwickelt werden, der Bereiche in den Daten auswählt, wo die Annahme eines 1D-Untergrunds nicht mehr ausreichend erfüllt ist. Dies tritt an Stellen mit hohen Leitfähigkeitskontrasten auf, die annähernd durch eine Halbrauminversion aufgedeckt werden können. Mittels Bildbearbeitungsmethoden sollen die visuell offensichtlichen Anomalien digital herausgearbeitet werden. Wir demonstrieren an Modell- (links) und Messdaten (rechts) die angewandten Methoden zur automatischen Erkennung von Leitfähigkeitskontrasten.

Ausgangspunkt

Zu Beginn werden die gemessenen bzw. simulierten Sekundärfeldwerte in scheinbare spezifische elektrische Widerstände ρ_a umgerechnet (Siemon, 2001). Anschließend wird für jede Frequenz ein Grid der logarithmierten ρ_a -Werte mit einem Punktabstand von 50 m erzeugt (Abbildung links und rechts). Die Bildbearbeitungsmethoden werden für eine niedrige (linker Teil der jeweiligen Abbildung) und eine hohe Frequenz (rechter Teil der jeweiligen Abbildung) demonstriert. Bei den Modelldaten sind die Grenzen des Blocks als schwarze gestrichelte Linien in den ρ_a -Grids eingezeichnet.

Kantenbild

Als erster Bildbearbeitungsschritt wird der Gradient der ρ_a -Grids mit Hilfe des Sobel-Operators berechnet (Richards, 1986). Danach werden die Werte linear auf Grauwerte von 0–255 skaliert. Es ergeben sich die in den Abbildungen links und rechts dargestellten Kantenbilder. Die ρ_a -Grids der Messdaten wurden vorher noch mit einem Median-Filter der Größe 4 \times 4 behandelt.

Kantenverstärkung und Unterdrückung von Nicht-Maxima

Der nächste Schritt umfasst eine Kantenschärfung mittels subtraktiver Glättung: zu dem Kantenbild wird die Differenz aus Kantenbild und mit einem Gauß-Filter geglättetem Kantenbild addiert (Richards, 1986). Der variierende Parameter hier ist die Standardabweichung σ des Gauß-Filters. Für Modelldaten wurde $\sigma = 1$ gewählt, für Messdaten wurde dieser Schritt zweimal mit $\sigma = 5$ ausgeführt.

Anschließend werden die Grauwerte in der Nachbarschaft eines Pixels bewertet, um Nicht-Maxima zu finden (Canny, 1986). Ihnen wird ein Grauwert von 0 zugewiesen (Abbildung links und rechts). Für Mess- und Modelldaten wurden jeweils zwei Nachbarschaften, also insgesamt 24 Pixel, betrachtet.

Hysterese

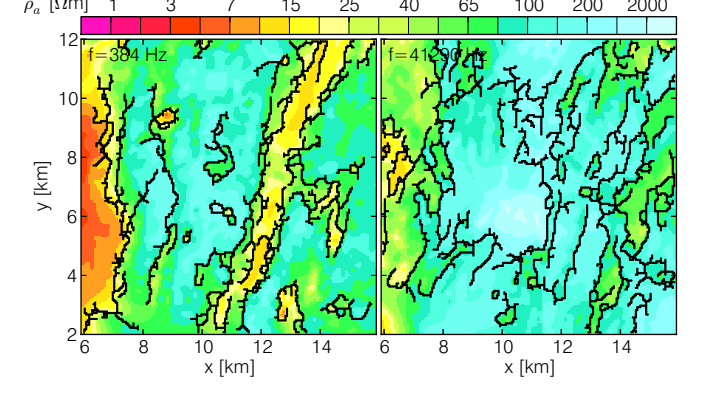
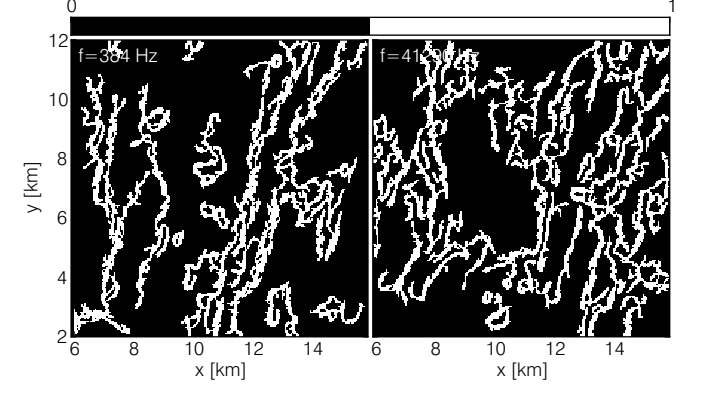
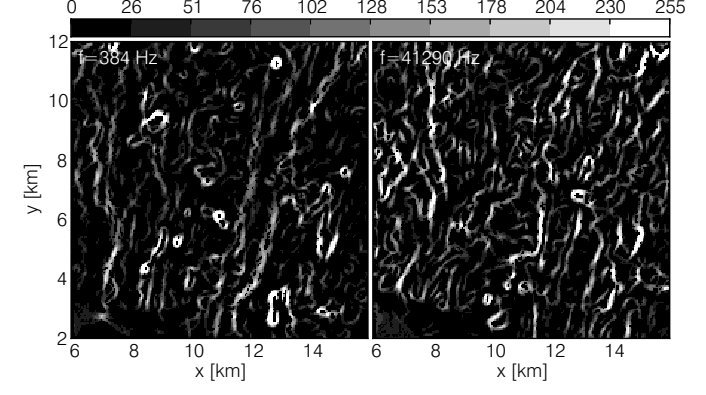
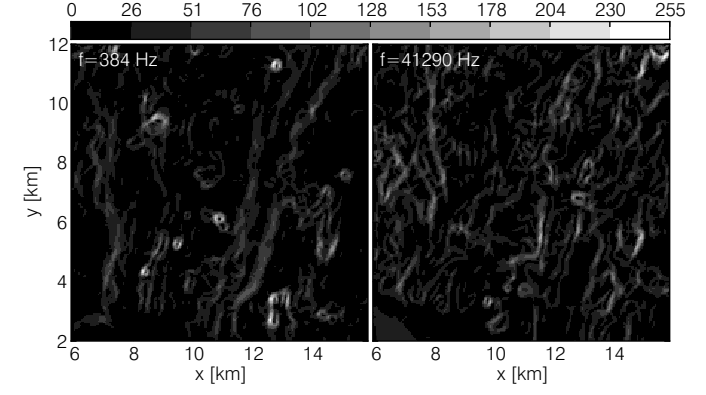
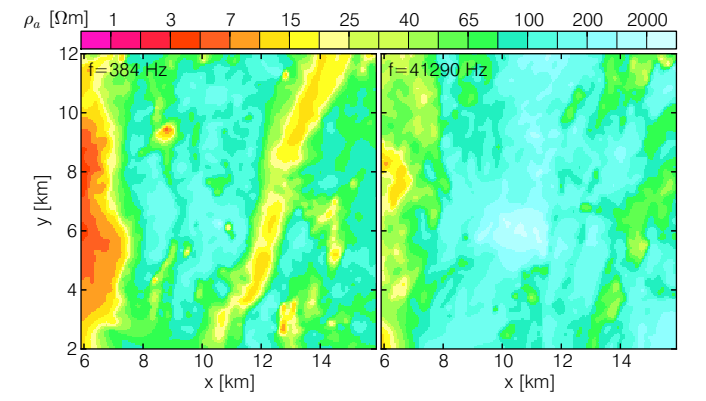
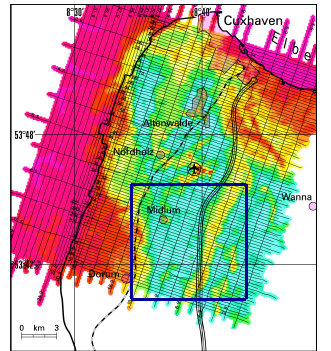
Als Nächstes werden in den Bildern über ein Zwei-Schwellenwertverfahren alle nicht relevanten Kanten unterdrückt (Canny, 1986): alle Grauwerte, die über dem hohen Schwellwert T_2 liegen, werden sofort markiert. Zusätzlich werden alle Grauwerte, die größer als der niedrige Schwellwert T_1 sind und in Verbindung mit den bereits gekennzeichneten Pixeln stehen, markiert. Alle anderen, nicht ausgewählten Pixel erhalten den Wert 0. Als Ergebnis erhält man Binärbilder (Abbildung links und rechts). Für Modelldaten wurde $T_1 = 204$, $T_2 = 230$ verwendet, für Messdaten wurde $T_1 = 26$, $T_2 = 230$ gewählt.

Schlussfolgerung

Zum Abschluss wurde die Linienbreite der gefundenen Kanten noch mittels Thinning-Algorithmen reduziert (Sonka et al., 1993). Das Resultat der Bildbearbeitungsmethoden ist auf den ρ_a -Grids dargestellt. Bei dem Modelldatenbeispiel zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung der gefundenen Stellen mit lateralen Leitfähigkeitskontrasten mit den Grenzen des Blocks, genau da, wo die Struktur im Untergrund nicht mehr eindimensional ist. Bei dem Messdatenbeispiel werden neben der Salzwasserintrusion im Westen des Messgebiets auch die Ränder der Cuxhavener Rinne als Stellen mit lateralen Leitfähigkeitskontrasten markiert. Die gefundenen Bereiche können nun anschließend der 3D-Inversion übergeben werden.

Messdaten

Als Messdatenbeispiel dienen HEM-Daten der Befliegung Cuxhaven. Die Abbildung gibt eine Übersicht über das Messgebiet und zeigt den scheinbaren Widerstand der Frequenz $f = 1830$ Hz. Der blau umrahmte Ausschnitt mit der Cuxhavener Rinne als SSW-NNE verlaufende Struktur wird im Weiteren betrachtet.



Kontakt:

Angelika Ullmann
 Email: angelika.ullmann@bgr.de

Literatur:

Canny, J. (1986). A computational approach to edge detection. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 8(6), 679–698.
 Richards, J. A. (1986). *Remote Sensing Digital Image Analysis*. Springer-Verlag.
 Siemon, B. (2001). Improved and new resistivity-depth profiles for helicopter electromagnetic data. *Journal of Applied Geophysics*, 46, 65–76.
 Sonka, M., Hlavac, V., & Boyle, R. (1993). *Image Processing, Analysis and Machine Vision*. Chapman & Hall.

Finanziert von:

