

Erste Erfahrungen mit der Elektromagnetik-Apparatur GEM-300

M. Grinat, GGA Hannover

Einführung

Das GEM-300 (Hersteller: Geophysical Survey Systems) ist ein aktives, auf dem Induktionsprinzip basierendes elektromagnetisches Meßsystem. Bei einer Länge von etwa 2 m und einem Gewicht von ca. 7 kg ist es von einer Person zu bedienen. Es beruht auf dem GEM-2 (WON et al. 1996). Die drei Spulen, eine Sendespule, eine Empfängerspule und eine Kompensationsspule, sind koplanar in einem Gehäuse angeordnet. Der Abstand zwischen Sende- und Empfängerspule beträgt 1,7 m. Abhängig von der Ausrichtung des Gerätes sind Messungen in horizontal-koplanarer oder vertikal-koplanarer Spulenanordnung möglich. Mit der Empfängerspule werden die frequenzabhängigen In-Phase- und Out-of-Phase-Komponenten des sekundären magnetischen Feldes, bezogen auf die Primärfeldstärke am Empfänger, gemessen. Diese Werte werden in ppm ausgegeben. Die Kompensationsspule dient dazu, das starke Primärfeld am Ort des Empfängers auf Null zu reduzieren.

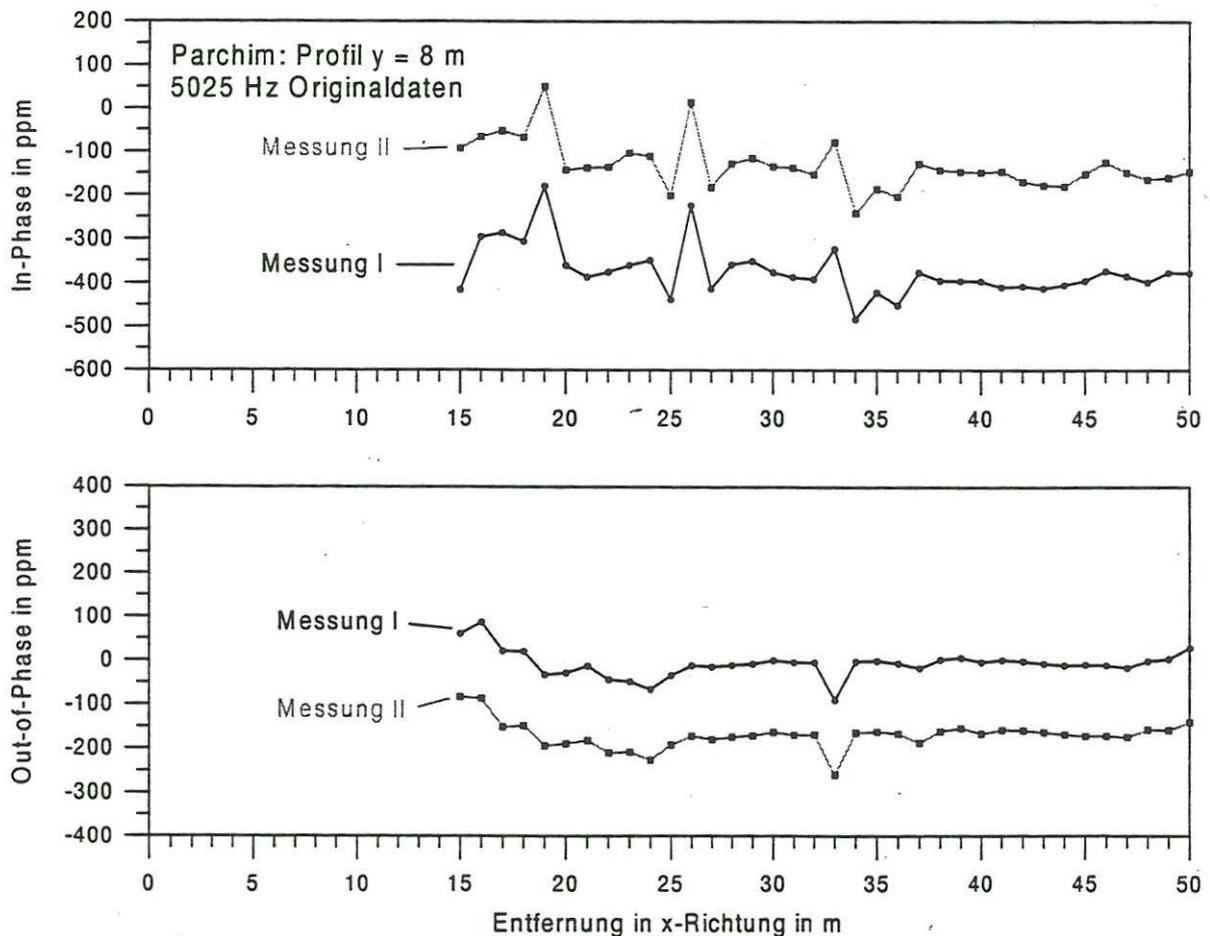


Abb. 1: In-Phase- und Out-of-Phase-Komponente der Frequenz 5025 Hz für zwei Messungen auf einem Teilstück des Profils $y = 8$ m.

Das GEM-300 ermöglicht die gleichzeitige Messung der In-Phase- und Out-of-Phase-Komponenten für maximal 16 verschiedene, wählbare Frequenzen zwischen 325 Hz und 19975 Hz (bei der Netzfrequenz 50 Hz). Die Erkundungstiefe liegt nach Angaben des Herstellers bei etwa 4 m; z.T. sind jedoch Objekte bis in Tiefen von etwa 10 m lokalisiert worden (GEOPHYSICAL SURVEY SYSTEMS 1998).

Ergebnisse von Testmessungen

Die ersten Geländetests erfolgten am Flugplatz Schwerin-Parchim westlich der Stadt Parchim in Mecklenburg-Vorpommern. Sie wurden auf einer Testfläche mit einer Ausdehnung von 85 m x 21 m ($15 \text{ m} \leq x \leq 100 \text{ m}$, $0 \text{ m} \leq y \leq 21 \text{ m}$) durchgeführt. Meßpunkt- und Profilabstand betragen jeweils 1 m. Es wurde gleichzeitig mit 16 Frequenzen zwischen 325 Hz und 19975 Hz gemessen. Die Messungen erfolgten mit der Betriebssoftware-Version 1.05a.

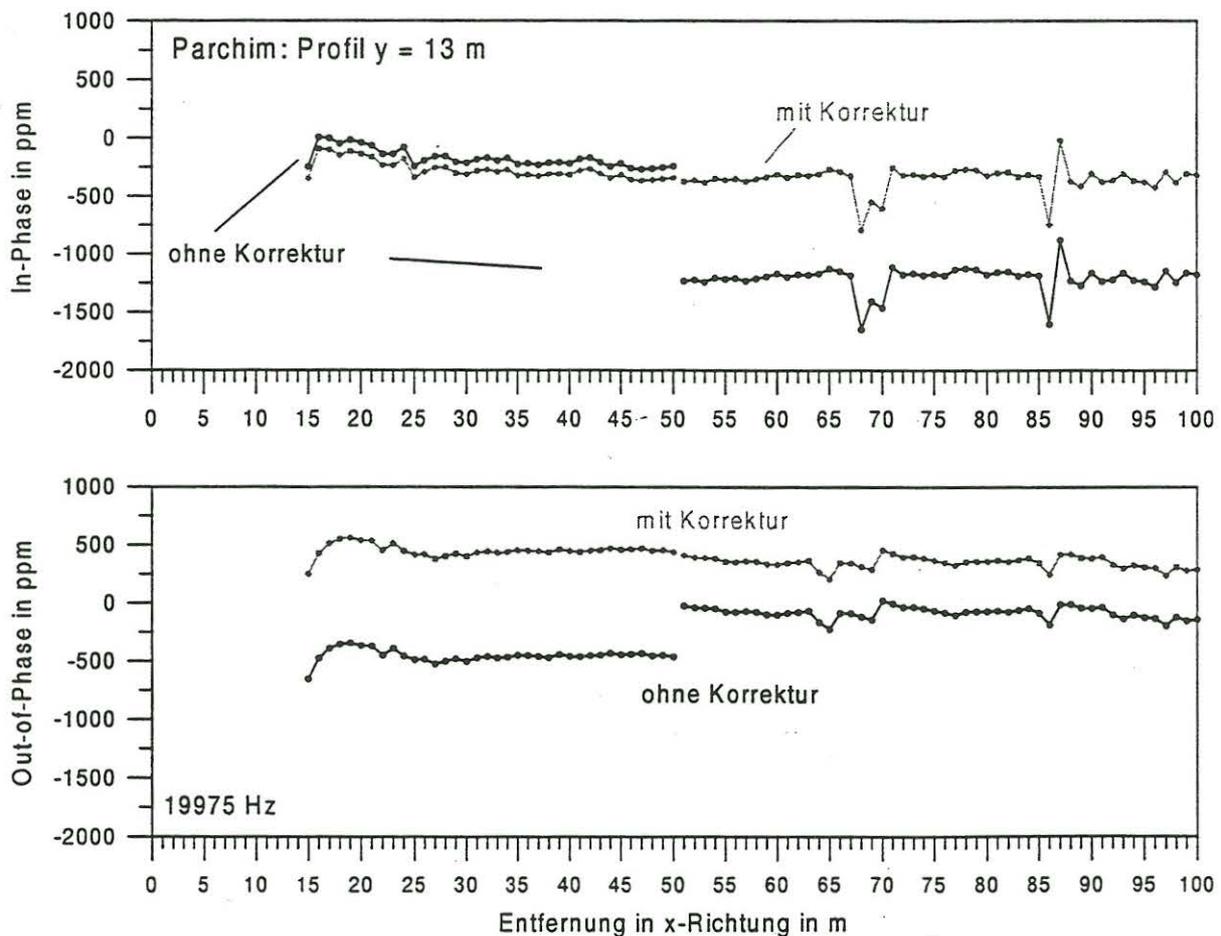


Abb. 2: In-Phase- und Out-of-Phase-Komponente der Frequenz 19975 Hz auf dem in zwei Teilstücken vermessenen Profil $y = 13 \text{ m}$, ohne und mit Bezugspunktkorrektur.

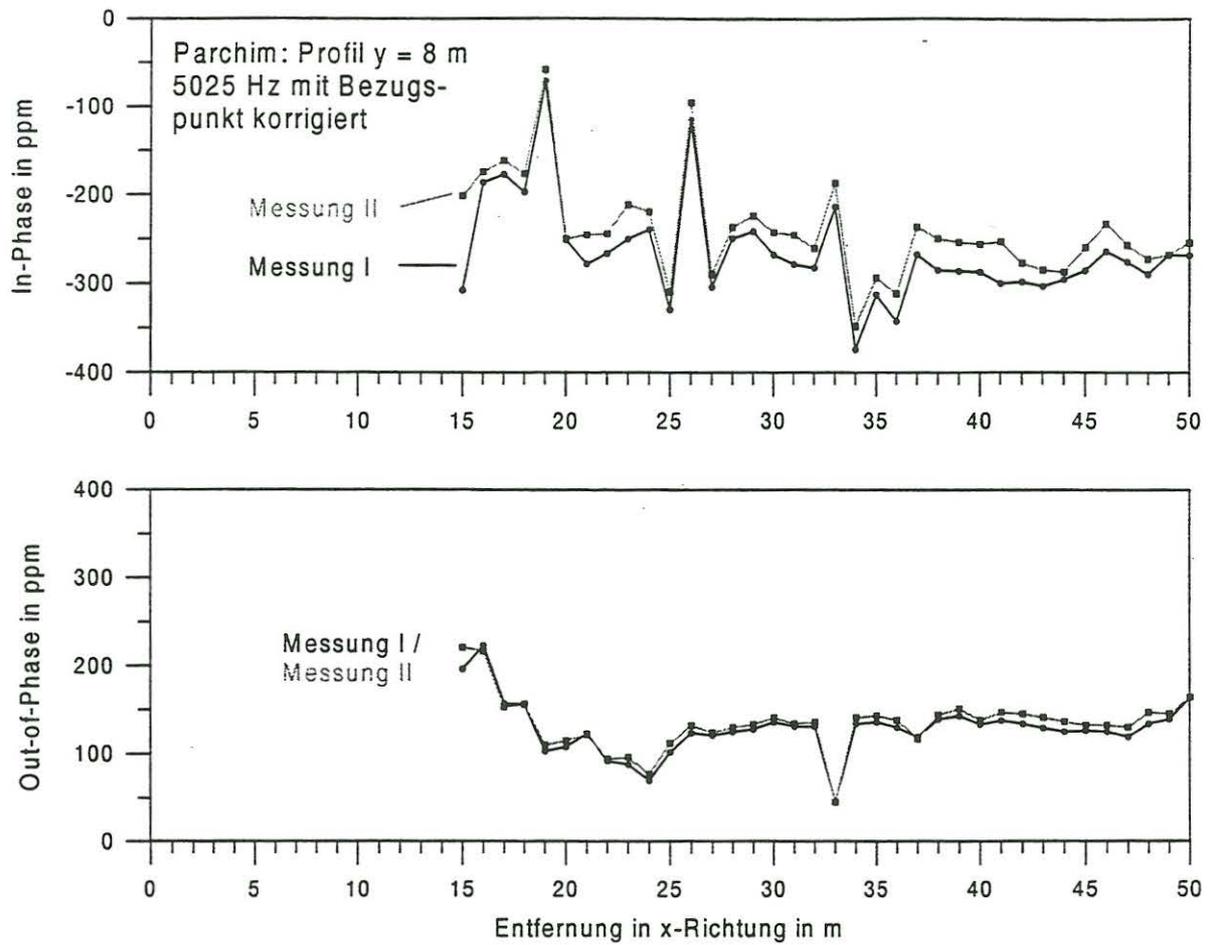


Abb. 3: Daten der Abb. 1 nach erfolgter Korrektur auf einen Bezugspunkt.

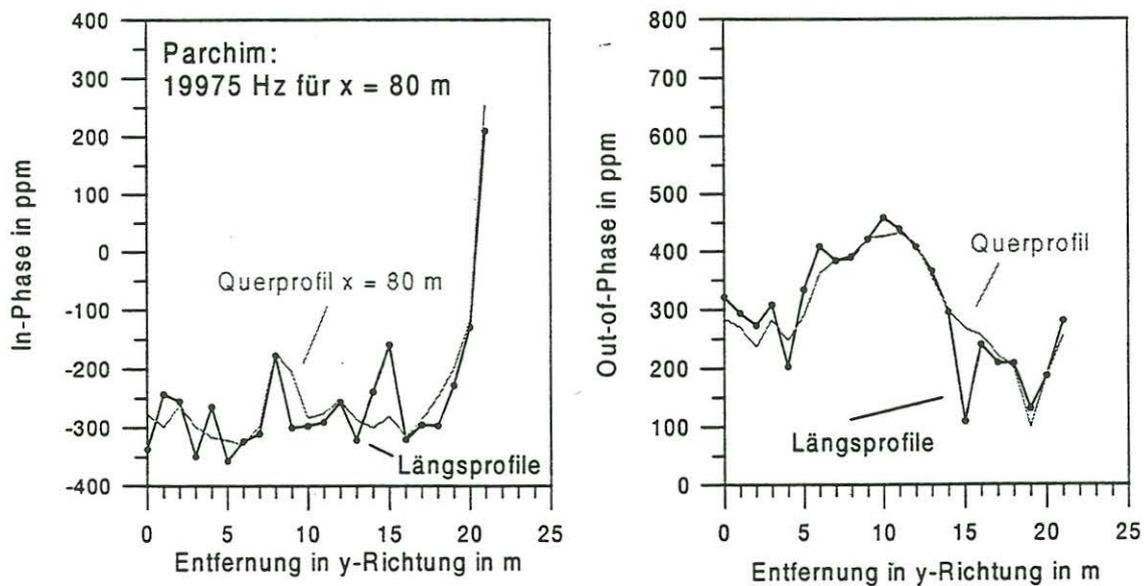


Abb. 4: In-Phase- und Out-of-Phase-Komponenten der Frequenz 19975 Hz aus den einzelnen Profilen in x-Richtung und dem Querprofil in y-Richtung für $x = 80$ m.

Abb. 1 zeigt zwei Messungen auf dem Profil $y = 8 \text{ m}$ im Bereich $15 \text{ m} \leq x \leq 50 \text{ m}$. Der entlang des Profiles auftretende Kurvenverlauf der Messung I wird von der Wiederholungsmessung II bestätigt. Die beiden Messungen weisen jedoch eine deutliche Niveaushiftung auf, die in der Out-of-Phase-Komponente im Mittel etwa 160 ppm, in der In-Phase-Komponente im Mittel sogar 240 ppm beträgt.

Auch bei dem Aneinanderhängen von Profiltteilen, die zu verschiedenen Zeiten gemessen worden sind, können deutliche Sprünge auftreten. Abb. 2 zeigt einen derartigen Fall für die Frequenz 19975 Hz auf dem Profil $y = 13 \text{ m}$. Die nacheinander gemessenen Abschnitte $15 \text{ m} \leq x \leq 50 \text{ m}$ und $51 \text{ m} \leq x \leq 100 \text{ m}$ zeigen zwischen 50 m und 51 m einen Versatz von etwa 450 ppm in der Out-of-Phase-Komponente und fast 1000 ppm in der In-Phase-Komponente.

Bei derartigen Niveaushiftungen ist die Erstellung von Isolinenplänen über eine im Raster mit einem Meßpunktabstand von 1 m gemessene Fläche nicht sinnvoll, da die Isolinen im wesentlichen nur die Sprünge anzeigen würden.

Abhilfe ist möglich, wenn für die Messungen ein Bezugspunkt verwendet wird, mit dessen Hilfe die Daten korrigiert werden können. Dabei sollte der Bezugspunkt vor Beginn und nach Abschluß der Messungen auf einem Profil oder Profilabschnitt angelaufen werden, um Änderungen während der Messung aufnehmen zu können. Die einfachste Korrekturmöglichkeit besteht darin, den jeweiligen Mittelwert über die Bezugspunktdaten von den Profildaten zu subtrahieren.

Die Verwendung eines Bezugspunktes hat auf die beschriebenen Profile folgende Auswirkungen:

- Die Wiederholungsmessungen liegen auf nahezu gleichem Niveau (Abb. 3): Für das Profil $y = 8 \text{ m}$ betragen die Unterschiede zwischen den Messungen I und II in der In-Phase-Komponente im Mittel nur noch etwa 25 ppm, in der Out-of-Phase-Komponente lediglich noch 6 ppm.
- Auf dem Profil $y = 13 \text{ m}$ lassen sich die beiden Profilabschnitte gut miteinander verbinden (Abb. 2). Zwischen den Meßpunkten $x = 50 \text{ m}$ und $x = 51 \text{ m}$ betragen die Differenzen in beiden Komponenten nur noch 30 - 35 ppm.

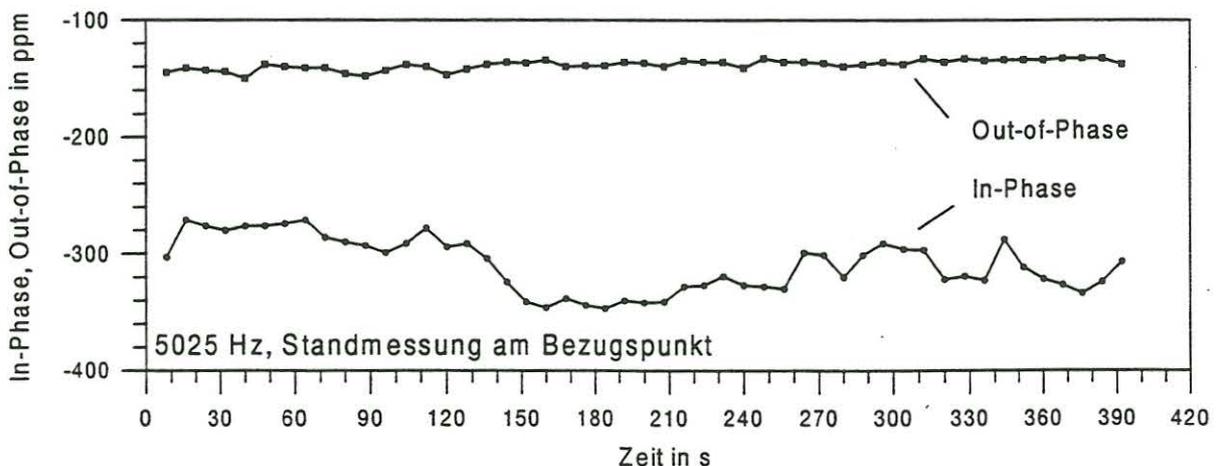


Abb. 5: Standmessung am Bezugspunkt für die Frequenz 5025 Hz.

Zur Absicherung der durchgeführten Korrektur wurden Querlinien vermessen. In Abb. 4 sind die auf den Bezugspunkt korrigierten Werte der Längsprofile bei $x = 80$ m (Meßgerät in x -Richtung, Messung erfolgt in x -Richtung) und die korrigierte Querlinie (Meßgerät in x -Richtung, aber Messung erfolgt in y -Richtung) $x = 80$ m für die Frequenz 19975 Hz zusammen dargestellt: Während das Minimum in der Out-of-Phase-Komponente auf dem Längsprofil bei $y = 19$ m von der Querlinie bestätigt wird, ist das Minimum der Out-of-Phase-Komponente bzw. das Maximum der In-Phase-Komponente bei $y = 15$ m nicht reproduzierbar. Hier sollte die durchgeführte Korrektur überprüft werden.

Damit ist zu prüfen, wie der zeitliche Verlauf der Meßwerte am Bezugspunkt ist. Abb. 5 zeigt eine Standmessung am Bezugspunkt für die Frequenz 5025 Hz. Dabei wird deutlich, daß die Werte zeitlich variabel sein können: Während die Out-of-Phase-Komponente eine lineare Zunahme der Werte aufweist, sich insgesamt aber um weniger als 20 ppm ändert, ist in der In-Phase-Komponente zwischen 110 s und 160 s eine rasche Abnahme der Werte um etwa 60 ppm zu beobachten. Am Bezugspunkt treten also zeitliche Änderungen der Werte auf, die nicht linear erfolgen müssen. Unklar bleibt, ob diese Schwankungen gerätebedingt sind oder durch äußere Störeinflüsse hervorgerufen werden.

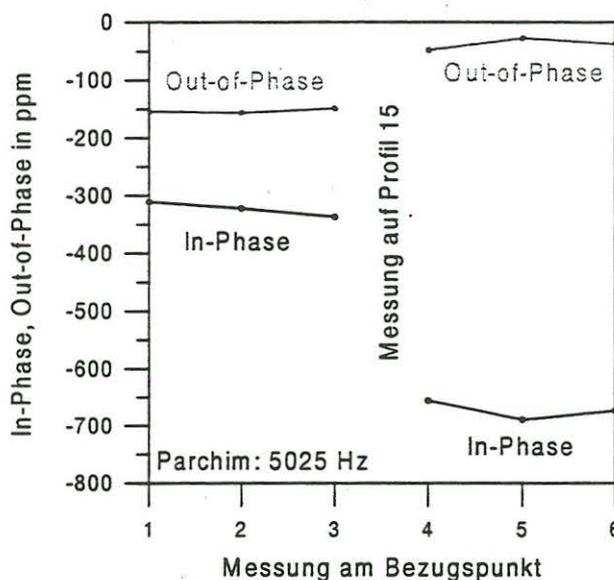


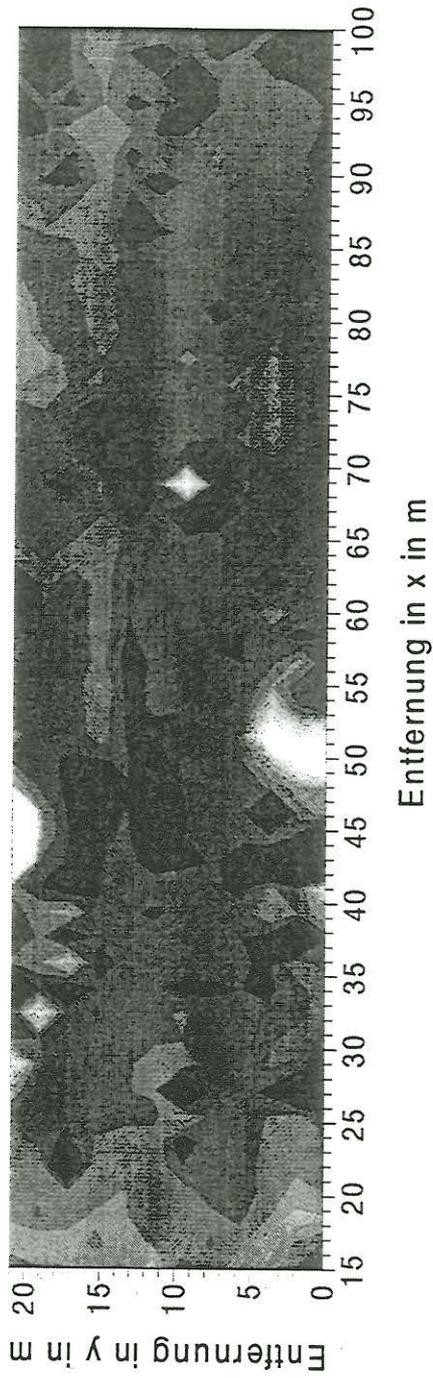
Abb. 6: Verlauf der Meßwerte am Bezugspunkt für die Frequenz 5025 Hz vor Beginn und nach Abschluß der Messungen auf einem Teilstück (51 - 100 m) des Profils $y = 15$ m.

die In-Phase-Komponente noch Isolinien parallel und um $x = 50$ m senkrecht zur Meßrichtung aufweist, die auf die noch unbefriedigende Korrektur zurückzuführen sind, ist die Out-of-Phase-Komponente davon frei. Beide Isolinienkarten zeigen lokal starke Anomalien, die aus einem über die gesamte Testfläche nahezu homogenen Bereich herausragen. Ursache dieser lokalen Anomalien dürften metallische Einlagerungen in den obersten Metern sein, teilweise auch Eisenumrandungen von Pegeln.

Abb. 6 zeigt den zeitlichen Verlauf der In-Phase- und der Out-of-Phase-Komponente der Frequenz 5025 Hz am Bezugspunkt vor Beginn und nach Abschluß der Messung des Profilabschnittes $y = 15$ m, $51 \text{ m} \leq x \leq 100$ m (zeitlicher Abstand ca. 20 Minuten). Dabei ist ein deutlicher Sprung zu beobachten. Die Korrektur der Meßwerte mit dem Mittelwert der Werte des Bezugspunktes stellt somit nur eine erste Näherung dar. Letztendlich müßte auch die zeitliche Drift der Werte berücksichtigt werden, so daß es empfehlenswert ist, auch die Zeiten der Messung zu registrieren.

Abb. 7 zeigt als Beispiel für einen Isolinienplan die In-Phase- und die Out-of-Phase-Komponente der Frequenz 5025 Hz nach erfolgter Korrektur der Meßwerte. Während

Parchim: 5025 Hz
In-Phase



Out-of-Phase

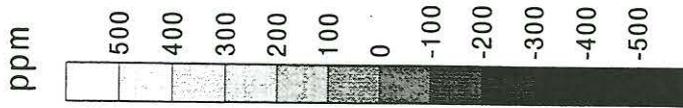
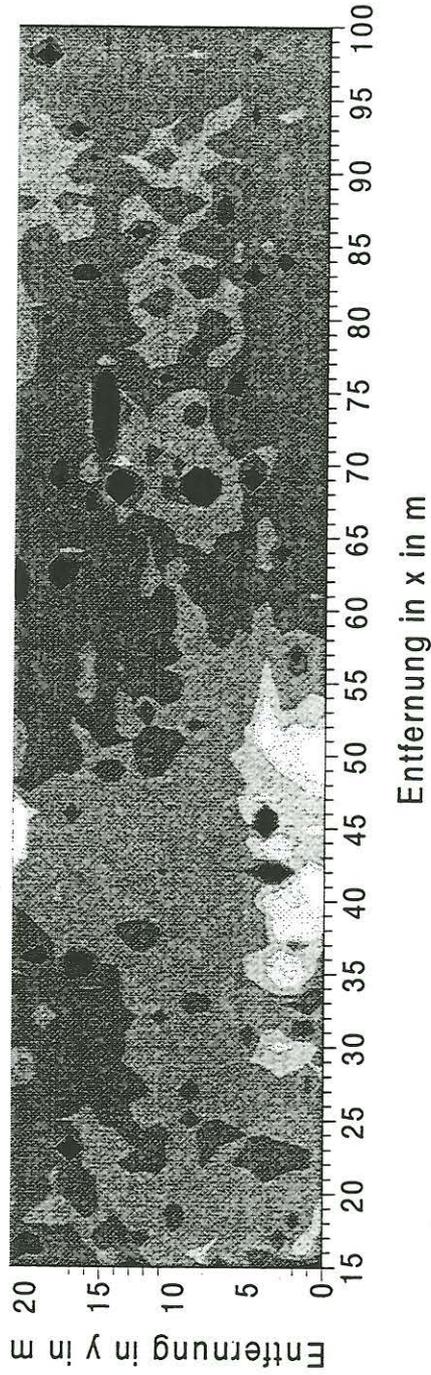


Abb. 7: Isolinipläne für die In-Phase- und die Out-of-Phase-Komponente der Frequenz 5025 Hz nach Durchführung der Korrektur auf einen Bezugspunkt.

Ausblick

Bei ersten Messungen mit dem GEM-300 ergaben sich deutliche Niveauverschiebungen. Abhilfe ist möglich durch Verwendung eines Bezugspunktes und anschließende Überprüfung der Korrektur durch Vergleich mit Querprofilen.

Da der Bezugspunkt zeitlich nicht konstant sein muß, dürfte eine Verbesserung der Korrektur nur über die zeitliche Erfassung dieser Änderungen möglich sein. Die Verwendung eines Bezugspunktes liefert relative Werte, aus denen laterale Änderungen und / oder die Lage von lokalen Anomalien ablesbar sind. Die Anwendung von Algorithmen zur Berechnung der Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes, wie sie von SIEMON (1997) und FLUCHE & GRINAT (1997) beschrieben werden, ist damit jedoch nicht möglich.

Schriftenverzeichnis

- FLUCHE, B. & GRINAT, M. (1997): Die Übertragung von Methoden aus der Aeroelektromagnetik auf die Bestimmung von Widerstandsprofilen aus Horizontalspulenmessungen. - Bericht, NLFB-Archiv-Nr. 116 791; Hannover.
- GEOPHYSICAL SURVEY SYSTEMS (1998): GEM-300 Multi Frequency Electromagnetic Profiler. - Operating System Version 1.05a, Manual MN37-097; North Salem (USA).
- SIEMON, B. (1997): Verbesserte Algorithmen zur Bestimmung von Sondierungskurven in der Hubschrauberelektromagnetik. - Forschungsbericht zum Verbundvorhaben "Aerogeophysikalische Erkundung von Altlasten, TV 2", BGR-Archiv-Nr. 115 920; Hannover.
- WON, I.J., KEISWETTER, D.A., FIELDS, G.R.A. & SUTTON, L.C. (1996): GEM-2: A new multi-frequency electromagnetic sensor. - JEEG, 1: 129-137.