

# KliWaMoL – Klimaangepasstes Grundwassermanagement & 3D-Modellierung im Raum Lüneburg

Jan Redeker\*, Nico Deus, Jörg Elbracht

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen, Stilleweg 2, 30655 Hannover

\*jan.redeker@lbeg.niedersachsen.de

## Projektübersicht

Die Versalzung des Grundwassers, und damit einhergehend das Grundwassermanagement, ist in der Region Lüneburg eine der großen Herausforderungen für Wasserversorger, Industrie, Landwirtschaft und Naturschutz. In der hydrogeologischen Übersichtskarte sind im Bereich der Elbniederung und südlich von Lüneburg Gebiete ausgewiesen, in denen das Grundwasser oberflächennah bzw. in tieferen Bereichen versalzen ist. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Auswirkungen des Klimawandels sowie die oberflächennahe Grundwassernutzung erheblichen Einfluss auf die Grundwasserversalzung haben können. Jedoch ist es möglich, diesem Prozess mit gezielten Bewirtschaftungsmaßnahmen zu begegnen, wenn ausreichende Planungsgrundlagen vorhanden sind.

Im Projekt „KliWaMoL“ soll am Beispiel einer typischen Binnerversalzung exemplarisch solch eine Planungsgrundlage entwickelt und zur Verfügung gestellt werden. Außerdem sollen Konzepte zur künstlichen Grundwasseranreicherung erarbeitet werden, um vor dem Hintergrund der Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt die fortschreitende Grundwasserversalzung zu verhindern. Nach dem dafür notwendigen Arbeitsprogramm wird die Versalzung des Grundwassers im Raum Lüneburg aufbauend auf einem detaillierten hydrogeologischen 3D-Modell untersucht, u.a. mit aerogeophysikalischen Verfahren. Hierzu werden Gebiete identifiziert, in denen eine künstliche Grundwasseranreicherung möglich und sinnvoll ist, um zukünftigen Beeinträchtigungen durch voranschreitende Grundwasserversalzung entgegenzuwirken. Da die Schwerpunkte somit auf der Identifizierung und Bewirtschaftung von Grundwasserversalzung sowie der Möglichkeit der Grundwasseranreicherung liegen, konzentrieren sich die Untersuchungen auf ein Gebiet mit vorhandener Grundwasserversalzung, welches sich von Seevetal im Westen bis nach Bleckede im Osten erstreckt, mit Lüneburg im Zentrum (Abb. 1). Es erfasst damit die ausgewiesenen Bereiche der Grundwasserversalzung in der Elbniederung sowie im Bereich der Stadt Lüneburg.

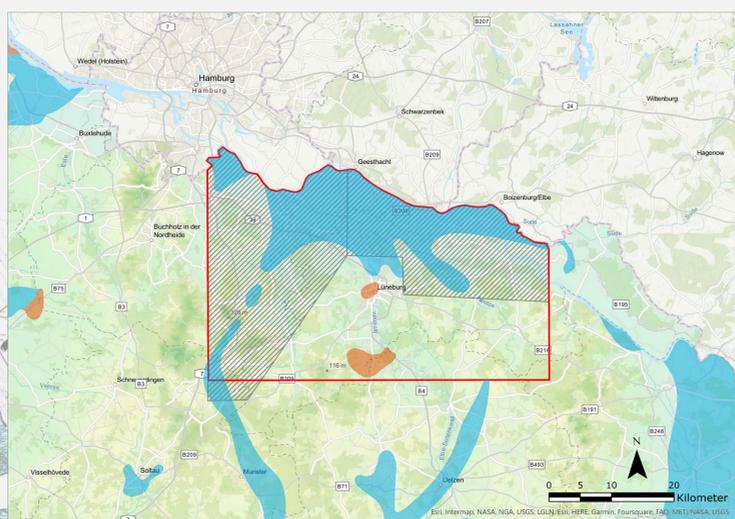


Abbildung 1: Übersichtskarte über das Projektgebiet (rot) mit Lage der Befliegungsgebiete (grau schraffiert) und Bereichen mit vollständiger (orange) und teilweiser (blau) Versalzung des oberen Grundwasserleiters nach HUEK200, bezogen auf die Grenze von > 250 mg/l Chlorid der Trinkw.

Innerhalb des Projektgebietes wurden zwei Teilbereiche aerogeophysikalisch untersucht. Die dänische Firma SkyTEM wurde beauftragt, mittels helikoptergestützter transient-elektromagnetischer Messverfahren Untergrunddaten zu erheben (Abb. 2).

Diese Befliegungskampagne wurde im April 2023 durchgeführt, mit annähernd 2500 geflogenen Linienkilometern. Die Daten aus der Befliegung werden in ein hydrogeologisches 3D-Untergrundmodell eingehängt, welches sich zurzeit noch in Bearbeitung befindet. Über diese Methode lassen sich dann Bereiche niedrigen elektrischen Widerstands klassifizieren in entweder tonige Schichtpakete oder aber versalzten Grundwasserleiter. So ergibt sich eine Kartierung der Grundwasserversalzung im Projektgebiet, anhand der Bereiche identifiziert werden, in denen künstliche Grundwasseranreicherung durchgeführt werden könnte.



Abbildung 2: SkyTEM-Messsystem im Flug.

## 3D-Modellierung

Um das über 1600 km<sup>2</sup> große Projektgebiet hydrogeologisch zu modellieren, werden sämtliche dem LBEG vorliegenden Bohrungen innerhalb des Gebiets gesichtet, ggf. interpretiert und die Schichten stratigraphischen Einheiten zugeordnet. Außerdem werden die vom LBEG erstellten stratigraphischen Profilschnitte verwendet, um die Interpretationen und das Modell zu stützen. Die Modellierung erfolgt im Programm SKUA-GOCAD™ der Firma Paradigm™. Fokus der Modellierung sind die quartären Grundwasserleiter und –geringleiter, wobei auch tertiäre Schichten eine Rolle spielen, da diese sich in hydraulischem Kontakt zu den quartären Ablagerungen befinden können, vor allem im Bereich elsterzeitlicher Rinnen.

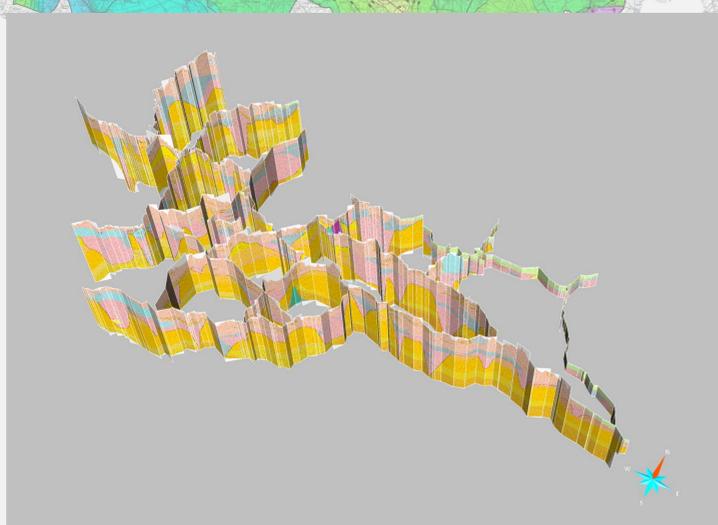


Abbildung 3: 3D-Ansicht der stratigraphischen Profilschnitte des LBEG im Bereich des Projektgebietes. Ansicht 50-fach überhöht. Screenshot aus SKUA-GOCAD™.

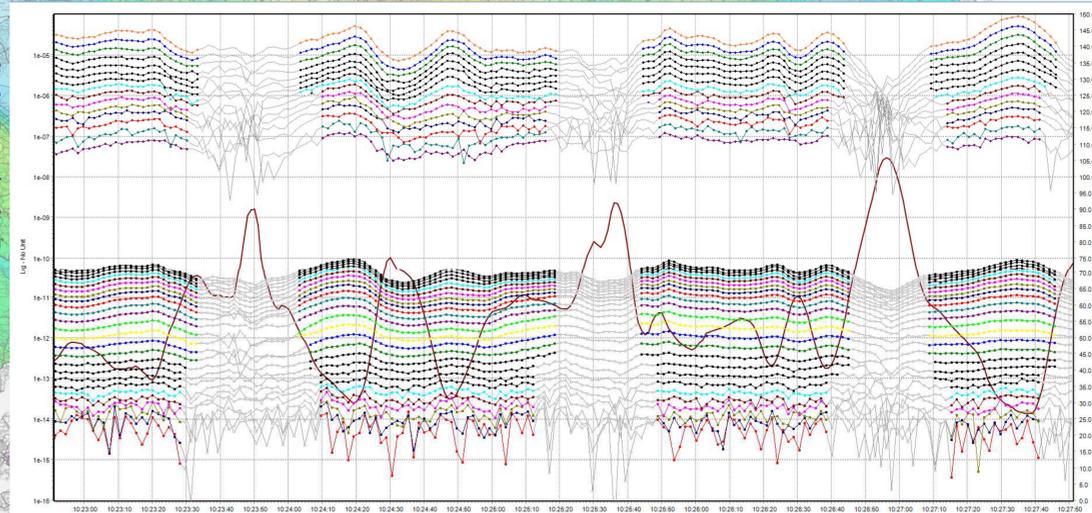


Abbildung 4: Beispiel-Ansicht der Datenbearbeitung der SkyTEM-Daten, 5-Minuten-Fenster. Oben: Niedrigmoment, unten: Hochmoment. Die braune Linie zeigt die Höhe des Messsystems über der Geländeoberfläche (Skala rechts). Die ausgegrauten Bereiche stellen Daten dar, die aufgrund von Störsignalen nicht beachtet werden.

## SkyTEM

Das SkyTEM-System ist ein helikoptergestütztes elektromagnetisches Messsystem, bestehend aus einem achteckigen Rahmen, durch den Kabel verlegt sind (Transmitter), sowie einem Empfänger und einem Magnetometer. Außerdem befinden sich zwei Höhenmesser und zwei Inklinometer auf dem Rahmen, sowie ein Stromgenerator zwischen Helikopter und Rahmen. Während des Fluges wird konstant gemessen, indem durch Stromfluss ein primäres Magnetfeld induziert und wieder abgeschaltet wird. Das entstehende sekundäre Magnetfeld im Untergrund wird dann gemessen. Durch die Stapelung von einem Hoch- und einem Niedrigmoment-Signal ist eine hohe Auflösung sowohl oberflächennah, als auch im tieferen Untergrund bis ca. 500 m gegeben, je nach Aufbau des Untergrunds. Die Messungen erfolgen im Zeitabstand von 10 µs bis 10 ms. Die Rohdaten müssen einer Nachbearbeitung unterzogen werden, bei der unter anderem Datenpunkte entfernt werden müssen, die Störsignale enthalten (Abb. 4). Das Ergebnis ist eine räumliche Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstands im Untergrund.

## Ausblick

- Der Hauptfokus liegt aktuell auf der Erstellung des hydrogeologischen 3D-Untergrundmodells.
- Nach dem Post-Processing der SkyTEM-Befliegungsdaten und der Fertigstellung des 3D-Modells werden die Resistivitätsdaten in das hydrogeologische 3D-Modell eingehängt, um Gebiete versalzten Grundwassers zu kartieren.
- Nach Fertigstellung des hydrogeologischen 3D-Untergrundmodells und der Versalzungskartierung wird ein 3D-Strömungsmodell entwickelt, um Gebiete zu ermitteln, in denen künstliche Grundwasseranreicherung möglich und sinnvoll wäre, sowie um etwaige Auswirkungen zu modellieren.

Gefördert durch das MU Niedersachsen im Förderprogramm „Maßnahmenprogramm der Niedersächsischen Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“