

Salzwasserintrusion im Trinkwasserentnahmegebiet Sekær

NILS BISCHOFF, SØREN TYGESEN & IBEN KIRCHBERG NILSSON

Der dänische Versorger DIN Forsyning hat eine große Grundwassergewinnung im Inland von Jütland. Fernab der Einwirkung von Salzwasser der Nordsee wurden erhöhte Salzgehalte in zwei von zehn Brunnen festgestellt. Diese unerwarteten Ergebnisse werfen Fragen zu den geologischen Bedingungen und zur Qualität des geförderten Wassers auf und erfordern eine technische Analyse der Situation.

Die zehn Brunnen sind ursprünglich so platziert, dass die Grundwasserentnahme aus einer geologischen Rinne erfolgt. Diese Rinne wurde mittels Bohrungen, TEM (Transient Electromagnetic Method) und Seismik auskartiert und in das dänische geologische FOHM-Modell eingearbeitet (Abb. 1). Im FOHM-Modell sind alle existierenden geologischen Modelle zusammengeführt, die regelmäßig aktualisiert werden, sobald der Geologische Dienst neue Änderungen gutheißt.

Die Brunnen sind mehrfach verfiltert. Der Brunnen 123.1050 hat seine tiefste Filterlage bei 100 m unter GOK, der Brunnen 123.1046 bei 130 m unter GOK. Seit der Inbetriebnahme des Entnahmegebietes sind steigende Chlorid-Gehalte bis zu 300 mg/l an diesen Brunnen zu verzeichnen. Im Gegensatz dazu bleibt der Salzgehalt des oberen Filters des Brunnens 123.1046 konstant bei etwa 28 mg/l.

Diese Beobachtungen widersprechen den Erwartungen basierend auf dem geologischen Modell. Um die Anomalien zu verstehen, wurden mehrere neue Untersuchungen durchgeführt:

- Pumpversuche,
- geophysikalische Untersuchungen und
- hydrogeochemisch-genetische Bewertung mit GEBAH.

Geologie: Geologische Rinne im Entnahmegebiet Sekær

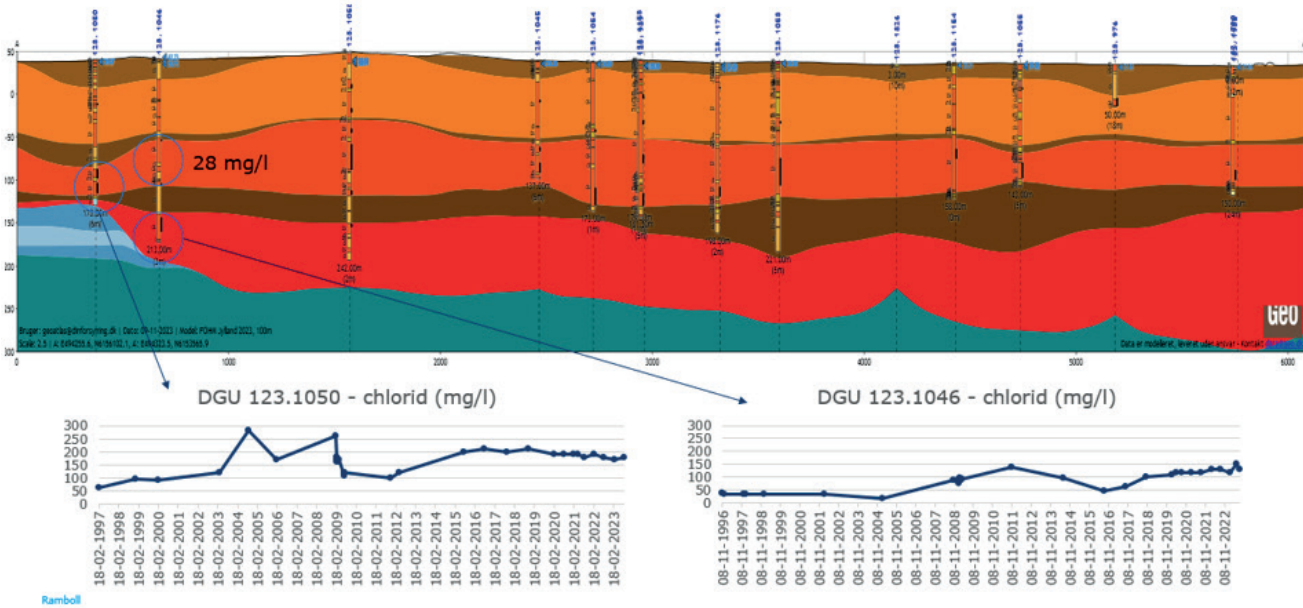


Abb. 1: Geologischer Schnitt durch das Entnahmegebiet Sekær. Die rötlichen und die hellblauen Schichten sind sandige Schichten, die braunen Schichten sind Geschiebemergel und die dunkelblauen und grünen Schichten Tonschichten aus dem Miozän. Darüber hinaus ist die Chlorid-Entwicklung in den Brunnen 123.1046 und 123.1050 dargestellt.

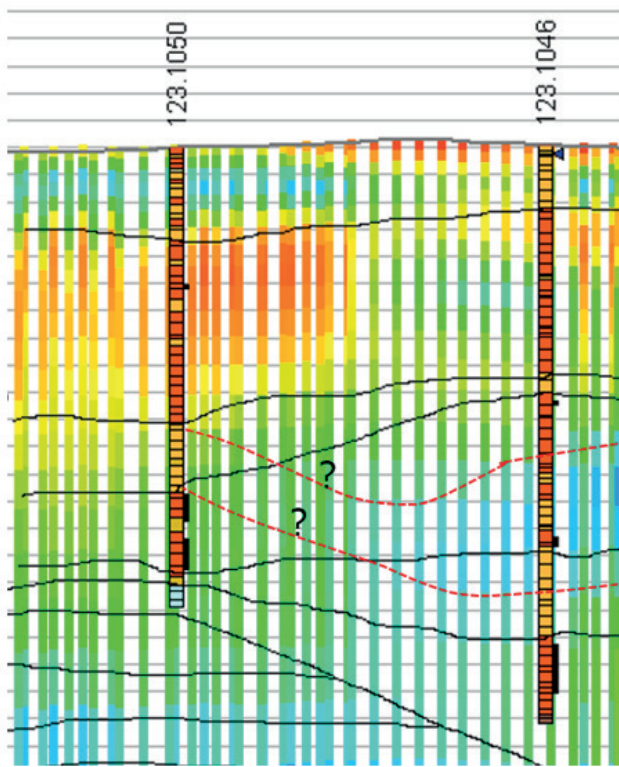


Abb. 2:

Resultate der geophysikalischen Untersuchung. Rote Felder zeigen sandige Schichten, bläuliche Felder bindige Schichten. Grüne Felder enthalten Schichten mit variierendem Gehalt von Sand und Ton. Die Positionen der Brunnen 123.1046 und 123.1050 sind ebenfalls dargestellt.

Die Pumpversuche in verschiedenen Brunnen und unterschiedlichen Filtertiefen zeigten, dass die tiefsten Filter der Brunnen 123.1046 und 123.1050 momentan auf die Absenkungen des jeweils anderen Brunnens reagieren. Dies deutet darauf hin, dass ein sehr guter Kontakt zwischen diesen Filtern bestehen muss, was dem geologischen Modell widerspricht, das eine deutliche Trennung zwischen dem zweiten und dritten Grundwasserleiter zeigt.

Die anderen Brunnen, die in den zwei obersten Grundwasserleitern verfiltert sind, reagierten auf die verschiedenen Pumpversuche gemäß den Erwartungen an das geologische Modell.

Im Rahmen einer größeren Grundwasseruntersuchung wurde eine geophysikalische SkyTEM-Untersuchung im Einzugsgebiet Sekær durchgeführt, um die elektrischen Widerstände in den tieferen Schichten bis zu 300 m Tiefe zu kartieren (Abb. 2).

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen eine gute Übereinstimmung mit der Geologie der oberen Grundwasserleiter. Leichte Anomalien können in den tieferen Schichten erkannt werden, wobei die Widerstände in den tieferen sandigen Schichten etwas zu hoch sind.

Die Auswertung der hydrochemischen Analysen mit GEBAH zeigte ein sehr ähnliches Bild für die tiefen Filter der Brunnen 123.1046 und 123.1050. Allerdings wies der zweittiefste Filter des Brunnens 123.1046, der gemäß dem geologischen Modell im gleichen Grundwasserleiter liegt, eine sehr unterschiedliche Grundwassergenese auf.

Durch die Kombination der Pumpversuche, der mit GEBAH ausgewerteten hydrochemischen Analysen und teilweise der Geophysik wurde das geologische Modell revidiert und in Form eines Dichte- und Strömungsmodells (FEFLOW) neu dargestellt. Mit diesem Modell konnte der hydrochemische Hintergrund modelliert werden, jedoch konnten die Änderungen im Chlorid-Gehalt über den gezeigten kurzen Zeitraum (Abb. 1) nicht korrekt simuliert werden.

Ein erneuter Blick auf die geophysikalische Untersuchung (Abb. 2) zeigte, dass in einer Tiefe von 100 m eine Sandschicht erwartet wurde, die jedoch nicht deutlich hervortrat. Die Widerstandswerte waren zu gering, um ein Sandvorkommen bestimmen zu können. Diese Diskrepanz könnte durch einen Zustrom von Chlorid-haltigem Wasser aus dem Miozän erklärt werden. Die miozänen Sandschichten in dieser Gegend haben sehr hohe Chlorid-Konzentrationen, weil es naheliegende Salzstöcke gibt.

Im geologischen Modell, dass für das Grundwassermodell angewandt wurde, gibt es unmittelbar nördlich des Entnahmegebiets eine miozäne Sandschicht mit hohem Chlorid-Gehalt, die durch eine dünne Tonschicht von der quartären Rinne getrennt ist. Diese Tonschicht ist lediglich durch eine nahegelegene Bohrung und zwei weiter entfernte Bohrungen belegt. Die Deutung dieser Tonschicht in 100 m Tiefe ist daher sehr unsicher. Zusammen mit dem Kunden und dem Geologischen Dienst wurde die dünne, trennende Tonschicht mit weniger als 3 m Mächtigkeit aus dem geologischen Modell entfernt.

Durch die Beseitigung dieser geologischen Diskrepanz mit Hilfe der Kombination geophysikalischer Daten und der Auswertung hydrochemischer Analysen mit der Software GEBAH konnte die Anomalie des Chlorid-Gehaltes im Entnahmegebiet Sekær endlich beschrieben werden.

Die Anpassungen im geologischen Modell und die Untersuchungsergebnisse wurden in das ursprüngliche FOHM-Modell integriert, nachdem der Geologische Dienst mit den finalen Änderungen einverstanden war. Diese Änderungen bieten eine plausible Erklärung für die Salzwasserintrusion und erleichtern zukünftige Modellierungen und Prognosen.

Anschriften der Autoren:

Nils Bischoff
Ramboll, Aarhus
Olof Palmes Allé 20
DK - 8200 Aarhus N

Søren Tygesen
DIN Forsyning
Ulvsundvej 1
DK - 6715 Esbjerg N

Iben Kirchberg Nilsson
DIN Forsyning
Ulvsundvej 1
DK - 6715 Esbjerg N