

3D-Seismik – der Schlüssel zum Verständnis der geologischen Entwicklung des Nördlichen Oberrheingrabens

Carsten Reinhold, Rhein Petroleum GmbH, Mittermaierstr. 31, 69115 Heidelberg

Die Wiege der Aufsuchung und Förderung von Erdöl in Europa liegt im Oberrheingraben (ORG). Im französischen Pechelbronn im Elsass ist seit 1498 eine Erdpechquelle („Pech-Brunnen“ = Pechelbronn) urkundlich belegt. Seit 1594 wurde das Erdöl als Arzneimittel, Abdichtung von Weinfässern und Wagenschmiere benutzt. Im 18. Jahrhundert wurden die Erdölsande bergmännisch in Schächten abgebaut. Die erste Erdölbohrung in Europa (und wahrscheinlich der Welt) wurde 1813 in Pechelbronn bis auf 42 m abgeteuft. Der Begriff „Barrel“ als internationale Maßeinheit für Erdöl wurde in Pechelbronn erfunden. Das Wort entstammt dem französischen Wort „baril“, zu Deutsch „Fass“. In Pechelbronn benutzte man gesäuberte Heringsfässer, die genau 159 l (= 1 Barrel) fassen konnten. Ebenfalls fand die erste Bohrlochgeophysikalische Messung der Welt in Pechelbronn statt. Am 05. September 1927 wurde ein Widerstandsmessung in der Bohrung Diefenbach 2905 von der Firma Société de Prospection Électrique (Pros), aus der später die Firma Schlumberger wurde, durchgeführt. Ölschiefer zur Herstellung von Erdöl wurden seit 1850 in Bad Schönborn zwischen Heidelberg und Karlsruhe abgebaut. Anfang des 20. Jahrhunderts begann die flächenhafte Suche nach Erdöl auch im deutschen Teil des ORG. 1921 wurde das erste, kleine Erdölfeld am östlichen Grabenrand nördlich von Bruchsal entdeckt. Bis 1984 wurden insgesamt 26 Erdölfelder und 6 Erdgasfelder im Mittleren und Nördlichen ORG gefunden. Die maßgeblich auf 2D-seismischen Messungen basierende Exploration wurde jedoch wegen ausbleibender Erfolge Mitte der 90er Jahre aufgegeben. Erst als 2003 eine Geothermiebohrung auf der Suche nach heißem Wasser unter der Stadt Speyer auf die größte Erdöllagerstätte im Oberrheingraben stieß, begann eine neue Phase der Erdölexploration mit modernen Methoden.

Die sogenannte Seismik ist ein akustisches Verfahren, das auf dem Prinzip des Echos basiert: Vibrationsfahrzeuge senden kaum hörbare Schallwellen in den Untergrund und hochempfindliche Geophone (Erdmikrofone) empfangen an den Gesteinsschichten nicht hörbare, reflektierte Schallwellen, die in einem Messwagen aufgenommen werden. Nach Durchlaufen eines komplexen Rechenverfahrens entsteht aus den Messdaten ein dreidimensionales Abbild des geologischen Untergrundes. Die 3D-Seismik ist dabei eine Weiterentwicklung der 2D-Seismik, die durch ein engmaschiges Messnetz im Vergleich zur 2D-Seismik viel genauere, dreidimensionale Informationen über den geologischen Untergrund liefert.

Rhein Petroleum hat in den Jahren 2011-2012 insgesamt 751 km² mit 3D-Seismik, davon etwa 325 km² im hessischen Teil des ORG auf der Suche nach neuen Erdölvorkommen vermessen.

Die Auswertung moderner 3D-seismischer Daten ermöglichte nicht nur die Identifikation von möglichen erdölführenden Strukturen im Untergrund, welches 2015 zum Fund des Erdölfeldes Schwarzbach bei Riedstadt in Süd-Hessen führte, sondern auch neue Erkenntnisse zur strukturellen geologischen Entwicklung des ORG, zum Aufbau und zur Verbreitung der tieferen Grundwasserstockwerke sowie zum Vorkommen von Maar-Diatremen im ORG.

Der ORG entstand durch Extension während des späten Eozäns und Oligozäns, welches während des Miozäns durch ein Blattverschiebungsregime abgelöst wurde. Diese Änderung des tektonischen Regimes führte zur Reorientierung des Störungsmusters. Dabei entwickelten sich frühe NNE-SSW streichende Abschiebungen während des Miozäns im Oberbau zu einer Reihe von NNW-SSE-streichenden, gestaffelten, „en échelon“-Störungen. Moderne 3D-Seismik zeigt häufig das Vorhandensein von Rampen („Relay Ramps“) zwischen Störungen gleicher Orientierung. Meistens sind diese Rampen nicht durch Quer- oder Transferstörungen zerlegt, wie frühere auf 2D-Seismik basierende Interpretationen nahelegten.

Moderne 3D-Seismik in Verbindung mit der Auswertung von tiefen KW-Bohrungen sowie hunderten Grundwasserbohrungen ermöglichte die flächenhafte, dreidimensionale Kartierung der tieferen Grundwasserleiter im Raum nördlich von Karlsruhe sowie im Raum Viernheim – Weinheim. Die Kartierung weicht teilweise stark von den bestehenden, nur auf Bohrungsdaten bzw. alter 2D-Seismik basierenden, Kartenwerken ab. Mit der Neuinterpretation können Einzugsgebiete neu definiert und das Förderverhalten von Grundwasserbohrungen in einigen Fällen besser erklärt werden. Damit konnte eine auf Kohlenwasserstoffe ausgerichtete 3D-Seismik auch wertvolle Informationen für die Grundwasserbewirtschaftung liefern.

Die 3D-Seismik ermöglichte auch die Identifizierung von drei alttertiären Diatrem-Maar-Strukturen im tieferen Untergrund des nördlichen Oberrheingrabens.

Im Raum Riedstadt konnte NNO vom Altfeld Stockstadt-Kühkopf eine weitere potentiell Erdölführende Struktur in der 3D-Seismik identifiziert und 2015 erfolgreich gebohrt werden. Nach Aufbau einer modularen, automatisierten Förderanlage und einer 11-monatigen Testförderung wurde die Förderbewilligung „Schwarzbach“ beantragt und von der hessischen Landesbergbehörde für die Dauer von 27 Jahren genehmigt. Seit Januar 2018 befindet sich die Bohrung Schwarzbach 1a im Dauerbetrieb. Damit gehört Hessen nach 22 Jahren wieder zu den Erdölproduzierenden Bundesländern in Deutschland.