

Erdölbohrung Barth 11 - Begleitendes Umweltmonitoring zur Stimulation einer Horizontalbohrstrecke (2014-2015)

MANFRED HAUPTMANN¹, R. TEGELER¹ & J. VOSS¹

Vom 16. bis 21.6.2014 hat die Firma Central European Petroleum (CEP) auf ihrem Aufsuchungserlaubnisfeld Grimmen eine hydraulische Stimulation des Staßfurt Karbonats (Ca₂) der südlich des Saaler Boddens gelegenen Erdölbohrung Barth 11 durchgeführt. Sukzessive wurde dabei versucht zehn Intervalle entlang der im Speicherhorizont verlaufenden ca. 1 km langen Horizontalbohrstrecke zu stimulieren. Dabei wurden 1.556 m³ Stimulationsfluid und 192 t Stützmittel verpumpt. Die zum Anschluss eingesetzte Flüssigkeit ist nicht wassergefährdend. Sie besteht zu 99,5 % aus Wasser und Keramiksand als Stützmittel für induzierte Risse. Zusätze machen nur 0,5 % der gesamten Flüssigkeit aus. Diese Zusätze kommen überwiegend in der Lebensmitteltechnologie oder als Desinfektionsmittel zum Einsatz. Acht von zehn Intervallen konnten erfolgreich stimuliert werden.

Um der breiten öffentlichen Diskussion über mögliche Gefährdungspotentiale bei Stimulationsmaßnahmen im tiefen Untergrund gerecht zu werden, wurde ein umfangreiches Umweltmonitoringprogramm realisiert. Im Vordergrund standen dabei die Überwachung seismischer Aktivitäten während der Stimulation einschließlich der Aufzeichnung mikroseismischer Ereignisse sowie die Überwachung des Grundwassers im näheren Umfeld der Bohrung. Ziel war dabei vor allem eine umfassende Dokumentation als Grundlage zur Einschätzung tatsächlich vorhandener Gefährdungspotentiale in Hinblick auf die Auslösung von Erdbeben, die Aktivierung vorhandener Störungen, Gebäudeschäden und Beeinträchtigungen des Süßwasserstockwerks im flachen Untergrund. Daneben erlauben die gewonnenen Erkenntnisse zur Dimension des tatsächlich stimulierten Bereichs die Optimierung zukünftiger Stimulationsmaßnahmen.

Zur Überwachung der lokalen Seismizität vom 24.5. - 3.7.2014 wurden drei mobile seismische Kleinarrays (SNS) eingesetzt, die ursprünglich zur Lokalisierung nuklearer Nachbeben in Entfernungen bis 1.000 km an der Universität Stuttgart entwickelt wurden. Eine Referenzstation wurde direkt am Bohrplatz eingerichtet, zusätzlich wurde die Station Rügen des seismischen Regionalnetzes eingebunden. Ziele waren eine Bestimmung der natürlichen Hintergrundseismizität ($M > 0,0$), die Überwachung möglicher induzierter Seismizität ($M > 0,0$), die Unterscheidung zwischen natürlicher und induzierter Seismizität sowie die Überwachung der geologischen Barriere zum Süßwasserstockwerk. Parallel erfolgten vom 16. - 23.6.2014 Erschütterungsmessungen nach DIN 4150 an der Saaler Dorfkirche. Die registrierte nicht lokale Seismizität umfasst 29 seismische Ereignisse mit Magnituden zwischen $M = 3,3 - 7,9$ in Entfernungen zwischen ca. 400 – 12.500 km (Polen bis Samoa). Lokal wurde ein seismisches Ereignis am 27.6.2014 ($M = -0,4$) registriert, das an der horizontalen Verrohrung in 2,7 km Tiefe lokalisiert werden konnte. Ein derartiges Ereignis entspricht einer Bruchfläche von ca. 40 m². Kein Durchbrechen der geologischen

¹ Dr. Manfred Hauptmann, R. Tegeler, J. Voss, Central European Petroleum GmbH (CEP), Rosenstr. 2, D-10178 Berlin, E-Mail: mhauptmann@cepetro.com

Barriere zum Süßwasserstockwerk war seismisch beobachtbar. Es gab keine Hinweise auf eine Reaktivierung naher Verwerfungen, wie das Auftreten oder die Häufung stärkerer Erdbeben. Die Schwingungsamplituden der Erschütterungen an der Saaler Dorfkirche lagen mit Werten von ca. 0,5 mm/s bei 95 Hz deutlich unter den Anhaltswerten nach DIN 4150.

Zur Erfassung lokaler mikroseismischer Ereignisse wurde die passive seismische Emissionstomographie (PSET) eingesetzt. Die Geophonauslage erfolgte in charakteristischer sternförmiger Anordnung um die Oberflächenlokation der Bohrung Barth 11. Insgesamt wurden auf ca. 20 km Auslagestrecke über 13.000 Geophone verteilt, die etwa 18 km² abdecken. Nach Nordwesten ist die Auslage der Geophone durch die südöstliche Küste des Saaler Boddens begrenzt. Im Vordergrund stehen dabei die Ermittlung der Dimension des von der Stimulation tatsächlich aktivierten Bereichs um das Bohrloch und wiederum die Untersuchung der Reaktivierung vorhandener Strukturen. Dazu dienen die Erkenntnisse aus der Mikroseismik der Einschätzung von Möglichkeiten zur Optimierung von Stimulationsmaßnahmen, u. a. der Bewertung der Länge und Verteilung von Behandlungsintervallen.

Tatsächlich belegt mikroseismisches Monitoring die Stimulierung eines Gesteinsvolumens von durchschnittlich 160 m Länge bzw. 60 m über und 70 m unter dem Bohrloch (Abb. 1). Die Reaktivierung einer nordöstlich des Bohrlochs gelegenen Verwerfung konnte nicht belegt werden. Räumlich lassen sich die mikroseismischen Ereignisse entlang eines primären Nordost-Südwest Trends (Azimut ca. 58°) und eines sekundären (Azimut 112°) dokumentieren. Für diese Trends sind zwei unterschiedliche auslösende Mechanismen zu identifizieren: Abschiebungen mit schwacher Horizontalkomponente (Streichen 162°, Einfallen 77°, Versatz -74°) und Aufschiebungen mit schwacher Horizontalkomponente (Streichen 236°, Einfallen 67°, Versatz 70°). Diese Bewegungen stehen in gutem Einklang mit dem regionalen Spannungsfeld.

Für das Grundwassermonitoring wurden drei Meßstellen nach Maßgabe des LUNG und der Wasserbehörden im Vorfeld der Stimulation abgeteuft und ausgebaut, die regelmäßig vor, während und nach der Stimulation beprobt und umfangreich analysiert wurden. Die Auswertung der Proben ergab, dass die Stimulation das Grundwasser nicht negativ beeinträchtigt hat. Leichte Schwankungen in einzelnen Parametern erklären sich durch jahreszeitlich bedingte Einträge aus der Landwirtschaft.

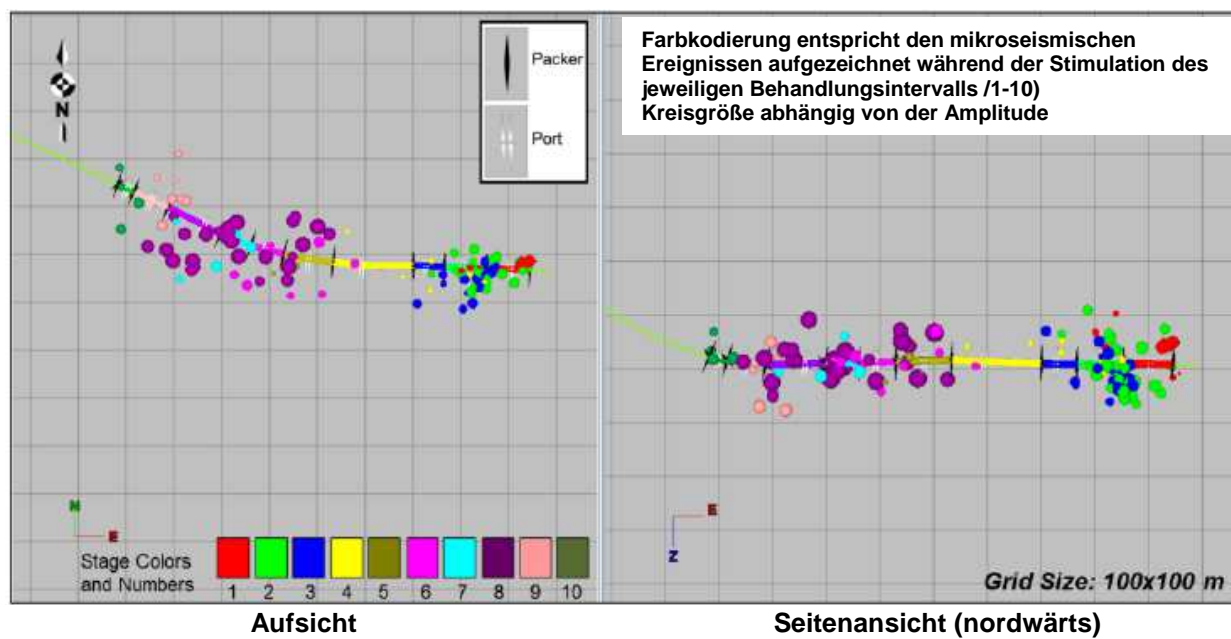


Abb. 1: Mikroseismisches Monitoring der Erdölbohrung Barth.