

Großräumige geologisch-seismische Exploration als wesentliches Tool zur Risikominimierung bei Projekten der Tiefengeothermie

Dr. Ulrich Lotz und Dr. Gerhard Greiner

GeoEnergy GmbH, Blücherstr. 20, 76185 Karlsruhe

Keywords: hydrothermale Geothermie, großräumige Exploration, 3D-Seismik, Risikominimierung, Oberrheingraben

Zusammenfassung

Die Firma GeoEnergy GmbH ist mit einer Gesamtfläche von ca. 900 km² konzessionierten Flächen zur Aufsuchung von Erdwärme, Thermalsole und teilweise auch von Kohlenwasserstoffen einer der größten Konzessionsinhaber für diese Rohstoffe in Deutschland.

Seit dem Jahr 2005 werden in den bewilligten Konzessionsflächen im Oberrheingraben und im bayerischen Molassegebiet großräumige geologische und seismische Explorationsmaßnahmen ausgeführt. Diese Maßnahmen beinhalteten u.a. die Aufnahme und Interpretation von 124 km² 3D-Seismik sowie 260 km 2D-Seismiklinien im eigenen Auftrag. Der auf den eigenen Messungen basierende Datenpool wird ergänzt durch Daten von 26 Seismiklinien und 20 Bohrungen (inkl. der geophysikalischer Bohrlochmessungen) der Kohlenwasserstoffindustrie, die angekauft, reprozessiert und neu interpretiert wurden.

Der umfangreiche Datenpool und die große regionale Flächenausdehnung der Konzessionsgebiete ermöglichen einen sehr großräumigen Explorationsansatz. Dieser Ansatz weist für die Aufsuchung hydrothermalen, störungsgebundener „Erdwärme“- bzw. Thermalwasser-Vorkommen erhebliche Vorteile in Bezug auf die Minimierung der Projektrisiken sowohl für den Projektträger, als auch für die Investoren und die Versicherungsgeber auf: Diese Vorteile sind u.a.:

- Erarbeitung einer überregionalen geologisch-tektonischen Strukturanalyse der Untersuchungsgebiete. Erkennung der überregionalen tektonischen Bewegungsmuster und des vorherrschenden Spannungsregimes.
- Identifikation und Auswahl optimaler Zielstrukturen und Bohrlandepunkte aus einem großen „Pool“ an höffigen Strukturen (Minimierung der Fündigkeitsrisiken)
- Minimierung der bohrtechnischen Risiken durch Einbeziehung von Erfahrungen der KW-Industrie, regionaler Schichtlagerungs- und Spannungsverhältnisse sowie einer darauf basierenden optimierten Bohrfadplanung.
- Minimierung des Risikos der Beeinflussung durch Projekte in benachbarten Aufsuchungsfeldern („Schutz der Projekte“) als Ergebnis des Erwerbs mehrerer aneinander grenzender Konzessionsgebiete.

In dem vorliegenden Beitrag werden an drei Beispielen wesentliche Ergebnisse der ausgeführten Explorationsmaßnahmen beschrieben, die bis heute zur Identifikation von 25 höffigen Zielstrukturen im Oberrheingraben und im bayerischen Molassegebiet geführt haben. Für diese werden nun sukzessive die bohrtechnischen Planungen ausgeführt sowie geeignete Projektstandorte gesucht

und akquiriert. Weiterhin werden die sich aus der Verfügbarkeit von 3D-seismischen Daten für die Erschließung hydrogeothermaler Vorkommen ergebenden Möglichkeiten und Chancen zur Minimierung der Projektrisiken diskutiert.

Der Schwerpunkt wird in diesem Beitrag zur Tagung auf das Gebiet des Oberrheingrabens gelegt. Einige Explorationsergebnisse aus dem bayerischen Molassegebiet werden in einem separaten Vortrag erläutert.

1. Einleitung

Der Oberrheingraben ist aufgrund seiner geotektonischen Situation und den daraus resultierenden heute vorhandenen geothermischen Gradienten in einer Größenordnung von 4 bis 6 °C / 100 m, welche deutlich über dem durchschnittlichen geothermischen Gradienten in Deutschland liegen, ein prädestiniertes Gebiet für die Erschließung hydrothermalen geothermischer Energie. Diese Rahmenbedingungen ermöglichen es, in vergleichsweise geringer Bohrtiefe von „nur“ 2.500 bis 3.000 m bereits Thermalwässer mit Temperaturen von 150 bis 165 °C zu erschließen, was neben der Wärmenutzung zu Heizzwecken eine Stromerzeugung mit guter Wirtschaftlichkeit ermöglicht.

Andererseits stellt die komplexe tektonische Geschichte des Oberrheingrabens, die geringe primäre Durchlässigkeit seiner „Reservoirgesteine“ (Muschelkalk, Buntsandstein, Rotliegendes und Grundgebirge) sowie die über diesen Reservoirgesteinen zu durchteufenden tertiären z.T. wenig konsolidierten Ablagerungen erhöhte Herausforderungen an die Qualität der Explorationstätigkeiten und die bohrtechnischen Planungen.

Die Entstehung des Oberrheingrabens begann vor ca. 35 bis 40 Millionen Jahren in Folge einer Aufheizung des oberen Erdmantels und einer daraus resultierenden Aufwölbung und Dehnung der Erdkruste, die wiederum zur Reaktivierung einer alten „rheinisch“ streichenden Schwächezone im Basement führte (SCHUMACHER 2002). Als eine solche Dehnungsstruktur wird der Oberrheingraben auch heute noch vielfach angesehen. Vor ca. 20 Mio. Jahren änderte sich jedoch in Folge der Auffaltung des Alpenorogens das regionale Spannungsfeld grundlegend. Der südwestdeutsche Block wurde nach Norden bewegt, mit der Folge, dass der Oberrheingraben teilweise unter Kompression geriet - ein Vorgang, der bis heute anhält. Der Spannungstransfer findet dabei in tieferen Teilen der Kruste, unterhalb der Füllung des Rheingrabens statt. Aber natürlich reagiert auch die Grabenfüllung und die darunter liegenden mesozoischen Schichten, welche die wesentlichen Reservoirhorizonte beinhalten, mit Bruchtektonik auf die Bewegungen des Blockes in ihrem Liegenden.

Als Folge dieser Druckbeanspruchung reagiert der Oberrheingraben durch linkslaterale Ausgleichsbewegungen (divergente Blattverschiebungen), in besonders auffälliger Weise in seinem zentralen Teil zwischen Karlsruhe und Darmstadt (SCHUMACHER 2002). Hier schwenkt die Achse des Grabens aus der „rheinischen Richtung“ auf NNE-SSW und N-S. Diese divergierenden Horizontalbewegungen sind ein wesentlicher Grund dafür, dass der zentrale Oberrheingraben heute nicht nur ein Hauptexplorationsziel für die Erschließung hydrothermalen Energie, sondern auch der am stärksten absinkende Teil des Grabens ist – insbesondere im Bereich der Heidelberger Senke auf seiner Ostseite.

Die Horizontalbewegungen verlaufen in der Regel auf rheinisch gerichteten präexistierenden Bewegungsbahnen. Die größte horizontale Druckspannung σ_H ist im stumpfen Winkel hierzu wirksam, in einigen Teilen des Grabens ist sie normal zur Achse des Grabens orientiert. Die Folge hiervon sind divergierende Scherbrüche (Riedel Shears), die nahezu Nord-Süd verlaufen.

Publizierte Daten zeigen, dass bei dem rezent vorherrschenden Spannungsregime auf diesen Nord-Süd-orientierten Bruchzonen sowie auf Bruchzonen, die nahezu parallel zu σ_H verlaufen, rezent die größten Slip- und Dilatationstendenzen zu erwarten sind (PETERS 2007). Diese Nord-Süd-orientierten Riedel-Scherzonen sind auch in den an den Oberrheingraben angrenzenden Randgebirgen ausgebildet (rote Pfeile in Abbildung 1).

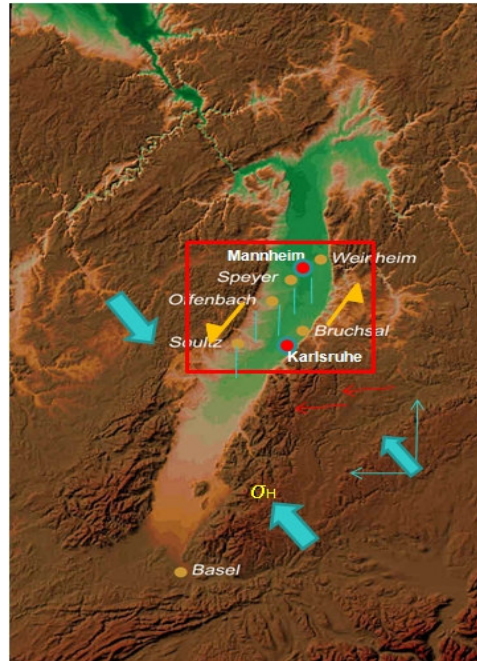


Abb. 1: Satellitenaufnahme des Oberrheingrabens mit rezentem Spannungsfeld (hellblaue Pfeile) und tektonischem Inventar. Hellblaue N-S-Linien innerhalb des zentralen Grabens zeigen die Richtung von Dehnungsbrüchen (Riedel-Scherzonen) als Folge der sinistralen Blatterschiebung des Gesamtgrabens (orangefarbene Pfeile). Auch in den Randgebirgen sind die N-S-verlaufenden Dehnungsbrüche vorhanden (rote Pfeile). [Rotes Rechteck = Untersuchungsraum].

Für die Exploration hydrothermaler Vorkommen hat dieses rezente tektonische Regime größte Bedeutung bzw. diese tektonischen Verhältnisse sind bei der Exploration unabdingbar für die Definition und die Festlegung von Erschließungszonen zu Grunde zu legen. Wie bereits erwähnt sind die „primären“ Durchlässigkeiten der meist mesozoischen Reservoirgesteine im Oberrheingraben in der Regel sehr gering. Es ist in diesen Gesteinen – außerhalb von Störungszonen - von Durchlässigkeiten (k_f -Werten) in einer Größenordnung von nur 10^{-6} bis 10^{-7} m/s auszugehen. In Analogie zur Klassifikation bei Sedimentschichten im Grundwasserbereich wären diese „Reservoirgesteine“ damit als Gering- bis Nichtleiter einzustufen. Dies zeigt bereits, dass wirtschaftlich gewinnbare hydrothermale Thermalwasser- oder Solevorkommen zwingend die Präsenz von Störungszonen erfordern und diese Störungszonen sollten rezent bevorzugt unter Dehnung oder divergenter Horizontalverschiebung stehen, damit die höchste Wahrscheinlichkeit für offene Wasserwegsamkeiten gegeben ist.

Entscheidend für den Erfolg der Exploration auf hydrothermale Vorkommen und die Minimierung des Projektrisikos ist daher die Analyse der lokalen tektonischen Geschichte eines Untersuchungsgebietes sowie die Identifikation des Spannungsfeldes bzw. darauf basierend die Ableitung des Bewegungssinns einzelner tektonischer Blöcke oder entlang bestimmter Störungszonen innerhalb des Gebietes. Zu Klärung dieser Fragen sind 3D-seismische Untersuchungen von sehr hohem Wert.

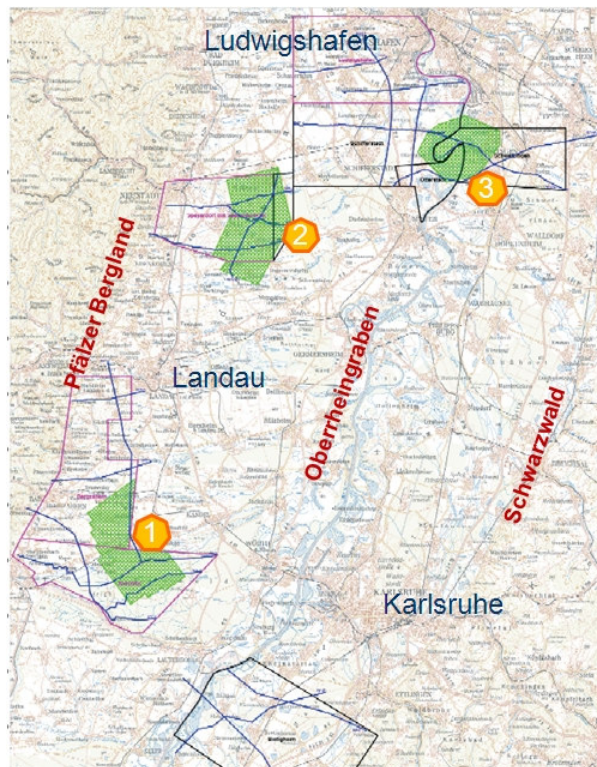


Abb. 2: Übersichtskarte über die von der GeoEnergy GmbH ausgeführten Seismikuntersuchungen im zentralen Oberrheingraben. (blaue Linien = 2D-Seismik; grüne Flächen = 3D-Seismik). 1 = Gebiet Steinfeld – Bergzabern, 2 = Region Haßloch, 3 = Region Speyer - Schwetzingen

Im Folgenden werden diese Fragestellungen und die zu ihrer Untersuchung angewandten Interpretationsmethoden an drei Beispielen aus der großflächigen Exploration der GeoEnergy GmbH im Oberrheingraben erläutert. In allen drei beschriebenen Fällen wurden sowohl Daten der Kohlenwasserstoffindustrie angekauft und anschließend eigene 2D- und 3D-seismische Messungen ausgeführt.

2. Exploration im mittleren Oberrheingraben

2.1 Region Steinfeld - Bergzabern

Dieses Untersuchungsgebiet liegt am Westrand des Oberrheingrabens (Bereich 1 in Abbildung 2) und wird durch eine seit langem bekannte, im wesentlichen in Nord-Süd-Richtung verlaufende grabenartige Struktur gekennzeichnet (siehe Abbildung 3) Innerhalb dieser Struktur verläuft als größtes Element die rezent tektonisch aktive Schaidt-Störung. Im Bereich der östlichen Flanke dieser Struktur befinden sich weiter nördlich u.a. die beiden erfolgreichen hydrothermalen Geothermieprojekte Landau und Insheim. Weitere Projekte sind in dieser Strukturzonen in Vorbereitung.

Projekterfolg ist aber nicht möglich, weil man aufgrund fehlender räumlicher Informationen z.B. einen geeigneten Landepunkt für die zweite Bohrung einer geothermischen Doublette nicht mit ausreichender Sicherheit definieren könnte.

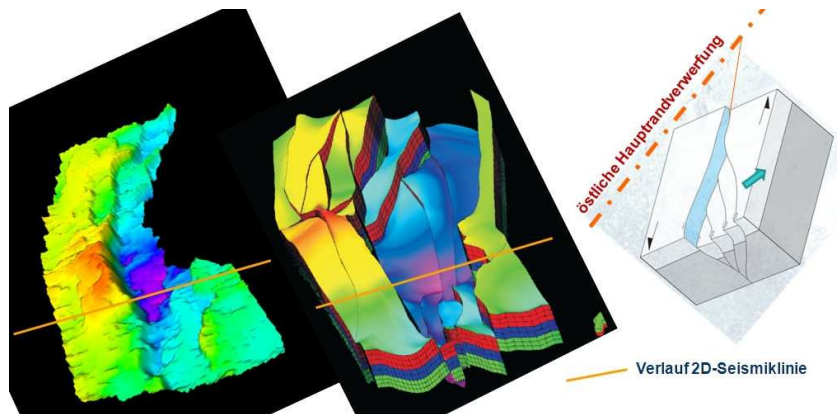


Abb. 5: Interpretierte 3D-Oberfläche (links) und Geologisches Blockbild (Mitte) für den Top Muschelkalk in der Region Steinfeld - Bergzabern abgeleitet aus 3D-Seismik. (Rechts): Interpretation der räumlichen strukturellen Situation der im linken Bild interpretierten Grabenstruktur.

Aufschluss über die räumliche Ausdehnung dieser Struktur, ihre Grenzen und die Veränderungen im Raum gibt erst eine 3D-Seismik-Interpretation, die in diesem Fall über ein Gebiet von ca. 42 km² und über zwei Aufsuchungsfelder ausgeführt worden ist. Erst durch diese Interpretation wird erkennbar, dass diese Grabenstruktur keine einfache Nord-Süd-gerichtete Störungszone ist, sondern dass sie in ihrem Verlauf markante Richtungsänderungen und eine komplexe Gliederung aufweist – in Abbildung 5 am Beispiel des Top Muschelkalk dargestellt. Zudem erkennt man, dass sich die Versatzbeträge an den Störungen in ihrem Verlauf erheblich verändern, so dass man nun auch die Tiefenlage der Erschließungszonen optimieren kann.

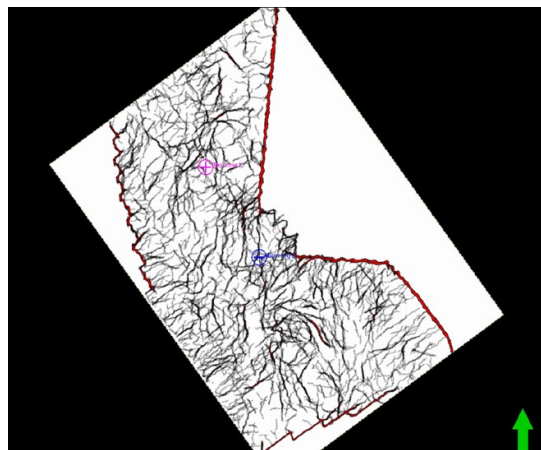


Abb. 6: Ergebnis der Kohärenzanalyse („Ant Tracks“) für die Region Steinfeld – Bergzabern im Niveau des Oberen Muschelkalks. Deutlich erkennbar sind mehrere Zonen, in welchen eine sehr starke tektonische Zerstückelung der Muschelkalkschichten vorhanden ist. Diese Zonen sind die Zielbereiche der Erschließungsbohrungen.

Eine weitere Möglichkeit der Informationsgewinnung, die nur die 3D-Seismik eröffnet, ist die Analyse der seismischen Attribute. In dem in Abbildung 6 gezeigten Beispiel einer sog. Kohärenzanalyse wurden in einem automatischen Rechenprozess sämtliche Diskontinuitäten innerhalb eines bestimmten Tiefschnittes ermittelt. Hierdurch erhält man ein sehr detailliertes Bild darüber, wo sich Bereiche mit starker tektonischer Zerstückelung befinden und wo mehr oder

weniger ungestörte Blöcke liegen. Auch die Bewegungen einzelner Bereiche werden durch diese Methode erkennbar.

Als Ergebnis der Exploration in diesem Gebiet stellt sich heraus, dass die schon zuvor bekannte Spezialgrabenstruktur im Raum keine einfache Dehnungsstruktur ist – was beim rezenten Spannungsfeld auch nicht plausibel gewesen wäre. Vielmehr handelt es sich um eine Zone mit einer extensionalen linkslateralen Horizontalbewegungskomponente, wobei die darin vorhandenen Nord-Süd-gerichteten Brüche als Riedel-Shears zu betrachten sind, die mit hoher Wahrscheinlichkeit offen sind und erhöhte Wasserwegsamkeit aufweisen. Der überregionale Ansatz liefert somit die Interpretationsgrundlage für die Analyse auf der Größenordnung eines Projektgebietes.

Auf Basis der 3D-Seismik konnten gegenüber der 2D-Seismik wesentlich Erfolg versprechendere, mit geringerem Risiko der Nichtfündigkeit behaftete Zielpunkte für die Tiefbohrungen identifiziert werden, - d.h. optimal tektonisch zerstückelte Zonen, größere Tiefenlage der Erschließungszonen usw., als dies auf Basis der 2D-Seismikschnitte jemals möglich gewesen wäre.

2.2 Region Haßloch

Der strukturelle Bau dieses im westlichen Teil des Oberrheingrabens liegenden Untersuchungsgebietes (Region 2 in Abbildung 2) war vor Beginn der Geothermie-Exploration noch ein weitgehend unbekannt, da hier bisher keine Kohlenwasserstoffexploration ausgeführt worden war. Die nächst gelegenen Bohraufschlüsse befinden sich mehrere Kilometer westlich des Feldes im Bereich von Neustadt am westlichen Grabenrand.

Die im Jahr 2006 ausgeführte 2D-Seismik (Abbildung 7) ergab erste Hinweise auf eine prominente Horst-Struktur im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes. Diese Horst-Struktur schien einherzugehen mit einer Hochlage des Grundgebirges. Trotz Ausführung von mehreren 2D-Seismiklinien konnte der tektonische Charakter dieser signifikanten Struktur nicht abschließend geklärt werden.

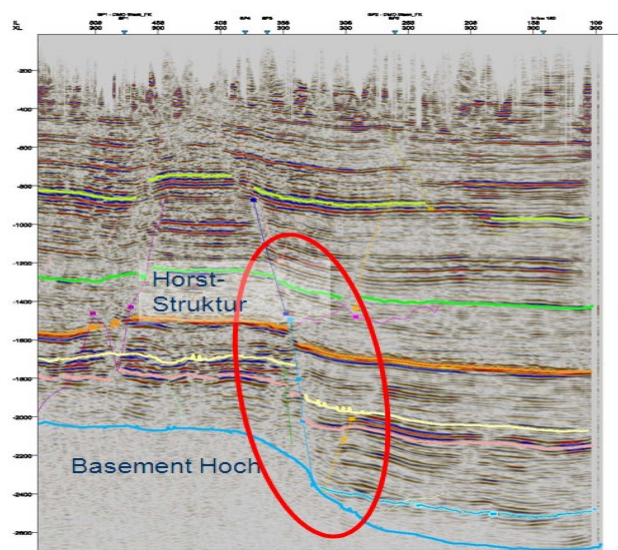


Abb. 7: 2D-seismischer Schnitt durch die Region Haßloch. Deutlich erkennbar ist die zentrale Horst-Struktur, die durch eine Hochlage des Basements unterlagert wird. Erstes potenzielles Erschließungsziel der hydrothermalen Geothermie war die prominente Störungszone auf der Ostseite der Horst-Struktur (rote Ellipse).

Im November 2007 wurde dann über eine Fläche von ca. 40 km² 3D-Seismik ausgeführt. Erst durch diese konnte das tektonische Inventar des Untersuchungsraums abschließend erkannt werden. In Abbildung 8 ist die Horizontanalyse im Niveau des Top Muschelkalk dargestellt. Hier fällt zunächst wieder die deutlich ausgeprägte Hoch- oder Horststruktur auf, die von einem großen in Nordost-Südwest-Richtung verlaufenden Staffelbruch begrenzt wird. Wir erinnern uns, dass die rezente Hauptspannungskomponente etwa NW-SE orientiert ist. Hieraus kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass diese Hauptabschiebung zwar zunächst aufgrund ihres großen Höhenversatzes als Erschließungsziel sehr vielversprechend erscheint, dass sie jedoch aller Voraussicht nach ungünstig zur größten horizontalen Druckspannung ausgerichtet ist.

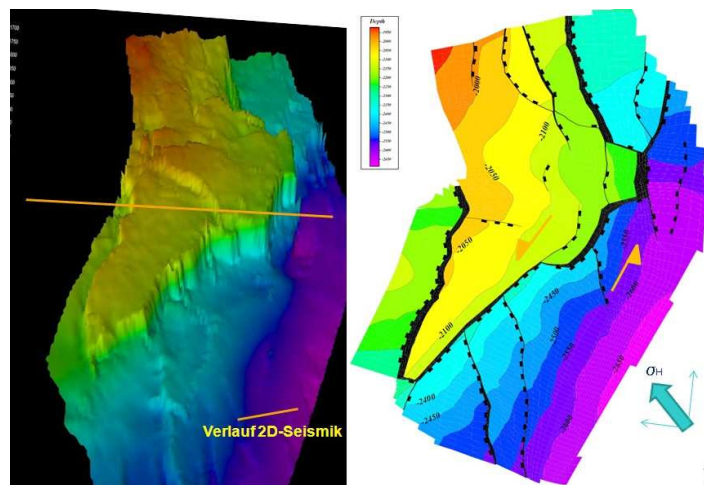


Abb. 8: Links: 3D-Horizont-Interpretation für den Top Muschelkalk in der Region Haßloch und rechts, die aus dieser Interpretation abgeleitete Strukturkarte für den gleichen Horizont. Deutlich erkennbar ist die markante Horst-Struktur im zentralen Bereich des Untersuchungsgebietes. (orangefarbene Linie = Verlauf der 2D-Seismiklinie in Abbildung 7)

Bei genauer Detailanalyse der kleineren tektonischen Strukturen im 3D-Gebiet, vor allem aber bei Interpretation der Kohärenzanalyse (Abbildung 9), zeigte sich, dass die Hauptabschiebungszone mit hoher Wahrscheinlichkeit aufgrund ihrer Orientierung zum rezenten Spannungsfeld bzw. zur größten Horizontalspannung einen sinistralen Blattverschiebungscharakter aufweist. Hier kann demzufolge zwar mit starker tektonischer Beanspruchung, aufgrund der Orientierung zu σ_H jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht mit offenen Bruchstrukturen gerechnet werden.

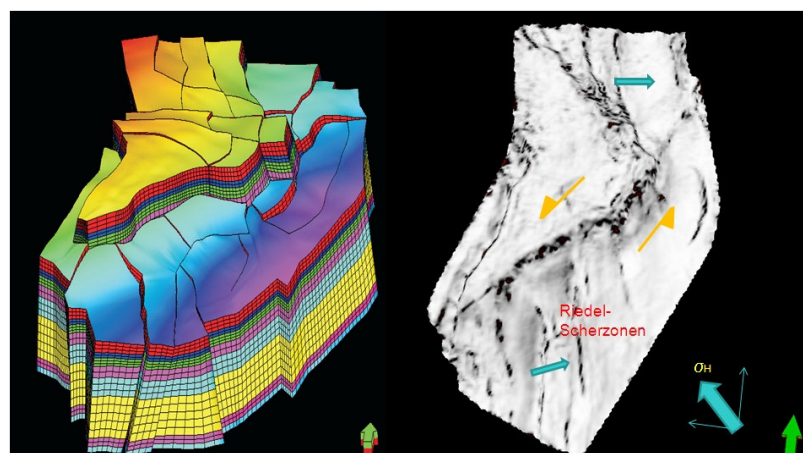


Abb. 9: Links: Geologisches 3D-Blockbild für die Region Haßloch und rechts: Analyse der seismischen Wellenattribute (Kohärenzanalyse), aus der in idealer Weise der Bewegungssinn der einzelnen Blöcke abgeleitet werden kann.

Begleitet wird diese horizontale Bewegungszone von mehreren Dehnungsstrukturen (pull-apart-Strukturen), deren Dehnungsbrüche etwa im Winkel von 30 – 40° zur Hauptstörungszone orientiert sind (hellblaue Pfeile in Abbildung 9). Auch hier finden wir somit wieder die etwa Nord-Süd-orientierten Riedel-Scherzonen vor. Diese – und nicht die prominente Hauptstörungszone - sind aufgrund ihres Dehnungscharakters als Primärziele der Exploration anzusehen.

2.3 Region Otterstadt – Schwetzingen

Die hier beschriebene Region befindet sich in Rheinnähe (Region 3 in Abbildung 2), geologisch gesehen im östlichen Teilgraben der Oberrheingraben-Struktur, in einem Bereich, in dem die Schichten des Mesozoikums z.T. um mehr als 3.500 m unter der heutigen Geländeoberfläche abgesenkt sind. Weiterhin befindet sich das Untersuchungsgebiet am westlichen Rand der sogenannten Heidelberger Senke, dem rezent am stärksten und schnellsten absinkenden Teil des Oberrheingrabens.

Erkennbar wird diese rasche Absenkung der Heidelberger Senke in der 2D-Seismik (Abbildung 10) vor allem an den in dieser Senke vorhandenen enormen Mächtigkeiten von bis zu 900 m für das Pleistozän und Pliozän. Ebenfalls ersichtlich ist aus Abbildung 10, dass diese starke, geologisch junge Absenkung nur den östlichen Teil des Untersuchungsgebietes erfasst hat, während im westlichen Teil die pleisto- und pliozänen Schichten nahezu horizontal liegen.

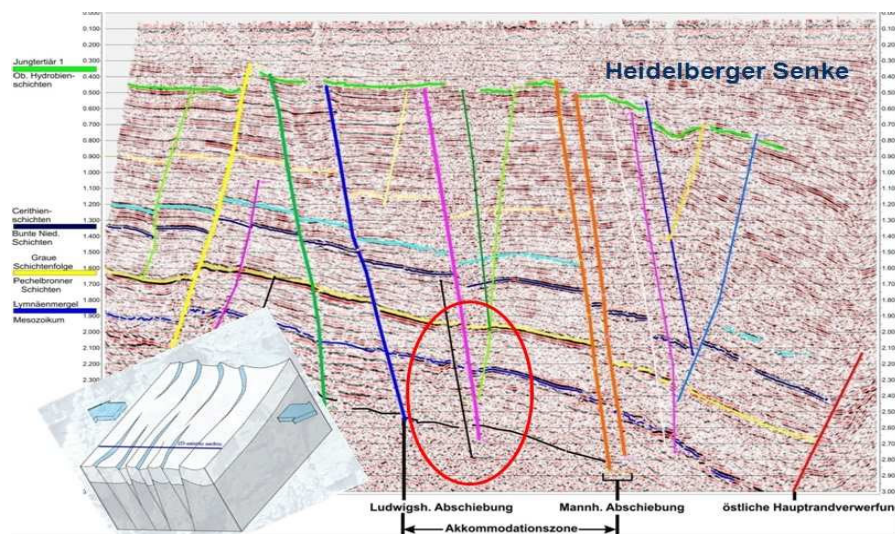


Abb. 10: Seismisches E-W-Profil durch die Region Otterstadt – Schwetzingen. Deutlich erkennbar sind die Extensionstektonik durch „Abgleiten“ der Blöcke in die Heidelberger Senke im Osten sowie die starke Zunahme der Mächtigkeiten von Quartär und Jungtertiär im Bereich dieser Senke. (Rote Ellipse = potenzieller Erschließungsbereich = Grabenstruktur in Abbildung 11)

Das großräumige Strukturbild im Untersuchungsgebiet ist in Abbildung 11 dargestellt. Danach befindet sich das Gebiet im Übergangsbereich zwischen zwei großen Abschiebungszonen, an denen die Schichtpakete in Richtung Osten, also in Richtung auf die Heidelberger Senke abgleiten. Das Untersuchungsgebiet liegt dabei idealer Weise innerhalb einer Spannungsausgleichs- oder Akkommodationszone zwischen diesen beiden großen Abschiebungen (siehe auch Abbildung 10).

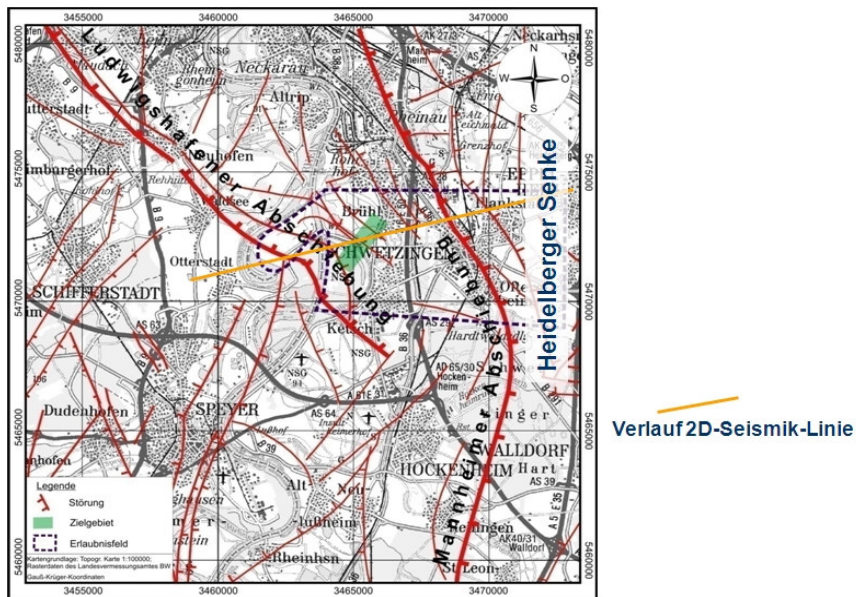


Abb. 11: Karte der bekannten tektonischen Großstrukturen im Raum Schifferstadt – Schwetzingen – Heidelberg. Die gestrichelte Linie umgrenzt den hier behandelten Untersuchungsbereich.

Aus der West-Ost verlaufenden 2D-Seismiklinie in Abbildung 10 lassen sich mehrere parallel zueinander angeordnete große Bruchstrukturen ausmachen, die auf Dilatation hinweisen. Deren tatsächlicher Charakter bzw. Details ihrer räumlichen Veränderung können jedoch auf Grundlage der 2D-Seismik nicht abgeleitet werden. Auch hier liefert erst die in Abbildung 12 gezeigte, auf 3D-Seismik basierende Strukturkarte des Muschelkalk-Horizontes die wesentlichen Erkenntnisse über das detaillierte strukturelle Bild im Untergrund.

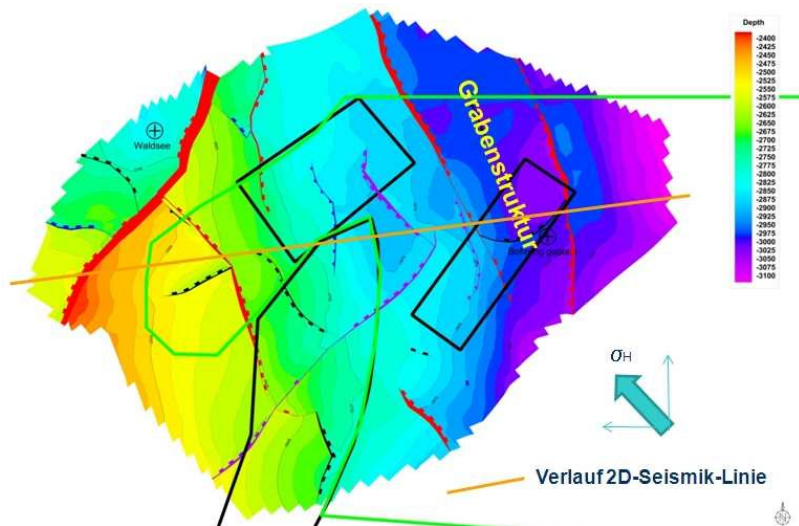


Abb. 12: Strukturkarte des Top Muschelkalk der Region Otterstadt-Schwetzingen interpretiert aus der 3D-Seismik. Im Ostteil des Seismik-Gebietes ist deutlich eine NNW-SSE-Richtung orientierte Grabenstruktur auszumachen, die der in Abbildung 10 der mit roter Ellipse markierten Struktur entspricht.

Die in der 2D-Seimik durch eine rote Ellipse markierte Dehnungsstruktur ist dannach eine im wesentlichen N-S-orientierte, im Niveau des Top Muschelkalk ca. 1 km breite Grabenstruktur.

Erkennbar ist auch, dass diese Struktur in Richtung Norden zunehmend auf NNW-SSE-Richtung umschwenkt. Diese nun verfügbare 3D-Analyse erlaubt es, unter Einbeziehung der Erkenntnisse über das rezente Spannungsfeld und den daraus abzuleitenden Dilatations- und Slip-Tendenzen auf den jeweiligen Störungen, die aus tektonischer Sicht optimalen Bohrlande- und Erschließungspunkte innerhalb dieser mehrere Kilometer langen Struktur zu identifizieren.

Fazit

Die beschriebenen Beispiele von Explorationsergebnissen aus dem Oberrheingraben zeigen, dass eine großräumige Exploration zur Erhöhung der Fündigkeitschancen bzw. im Umkehrschluss zur Minimierung der Projektrisiken beiträgt. Darüber hinaus bietet dieser Explorationsansatz den großen Vorteil, dass bekannte großräumige tektonische Struktur- und Bewegungsmuster in die Analyse von kleineren Untersuchungsgebieten bis hinein auf das Niveau der Analyse von Zielstrukturen und deren lokalen Stress-Strain-Beziehungen transferiert werden können.

Es ergibt sich weiterhin, dass durch eine überregionale Exploration – insbesondere unter Einbeziehung von 3D-seismischen Daten – erhebliches Optimierungspotenzial bei der Festlegung der Zielpunkte von Bohrungen bzw. bei der möglichen Auswahl der angesichts ihres tektonischen Umfeldes vielversprechendsten Strukturen aus einem größeren Pool grundsätzlich höffiger Strukturen möglich ist. So erlauben es die 3D-seismischen Daten, Störungsbereiche, die im rezenten Spannungsfeld ungünstig orientiert sind, als Landebereiche für Erschließungsbohrungen zu vermeiden und stattdessen die als divergent zu interpretierenden Störungszonen, bei denen es sich im gesamten hier betrachteten Untersuchungsraum des mittleren Oberrheingrabens um Störungen in bevorzugter nord-südlicher Ausrichtung handelt, zu erschließen. Somit wird ein Ranking der verfolgten geothermischen Projekte nach der Qualität der in ihrem Einzugsbereich liegenden Strukturen möglich.

Die beschriebene Vorgehensweise bei der Exploration kann aus unserer Sicht ganz erheblich zur Minimierung der Projektrisiken und somit Sicherung der hohen Anfangsinvestitionen in der tiefen Geothermie beitragen. Wir empfehlen daher, dass sich Feldesinhaber und Projektträger bei ihren Explorationsbemühungen in größeren Gebieten gegenseitig fachlich austauschen. Auch sollte - z.B: im Zuge der (Neu)Vergabe von Feldern - darauf geachtet werden, dass größere zusammenhängende Aufsuchungsgebiete geschaffen werden.

Quellenangaben

PETERS, G.: Active tectonics in the Upper Rhine Graben, Academisch Proefschrift. Logos Verlag, Berlin (2007)

SCHUMACHER, M.E.: Upper Rhine Graben: Role of preexisting structures during rift evolution. – Tectonics, 21 (1): 10.1029/2001TC900022, (2002)

Anschrift der Autoren:

GeoEnergy GmbH, Blücherstr. 20, 76185 Karlsruhe
u.lotz@geoenergy.de und g.greiner@geoenergy.de