

3D modelling of early Permian paralic coal-bearing strata in Rio Grande do Sul state, Brazil

3D-Modellierung der paralischen kohleführenden Schichten des Unterperms im Staat Rio Grande do Sul, Brasilien

RENÉ PRISSANG, Berlin; HEINZ BURGER, Berlin; MICHAEL HOLZ, Salvador, BA/Brazil; WOLFGANG KALKREUTH, Porto Alegre, RS/Brazil

Key words: 3D geological modelling, palaeotopographic reconstruction, Brazil, Paraná Basin, methane, CBM, coal, Permian.

Abstract

Coalbed methane (CBM) is a clean-burning energy source that has not yet been tapped in Brazil. Due to burial depth and intrinsic quality, the coal fields in the southern Paraná Basin constitute potential exploration targets. In this area, coal formation took place during the Early Permian in a back-barrier depositional setting. Swamps and mires developed on a coastal plain and extended inland over a subsiding pre-Permian topography. The Santa Terezinha coal field in Rio Grande do Sul state was selected as test area for an initial appraisal of the CBM potential. Basin geology is one of the key controls for the formation of CBM. Information on the subsurface geology of the coal-bearing strata was obtained from lithological interpretation of 124 coal exploration wells drilled by CPRM (Geological Survey of Brazil) in the 1980ies. A re-interpretation of the logs on the basis of sequence stratigraphic concepts rendered it possible to recognise faults and to correlate the coal bearing strata on a regional scale. For the modelling exercise, wireframe and triangulation based surface modelling techniques have been employed. The fault pattern had been established using the profile method. Afterwards, basement topography and palaeo-drainage network were reconstructed. Finally, the tops of six parasequences have been successively added. An account is given how to incorporate structures like faults and intruded basaltic sills. The model provided decision support for selecting the sites of three CBM test wells. Cumulative coal thicknesses in all parasequences exhibit left-skewed distributions. Omnidirectional variograms follow spherical models with ranges of 16 km for parasequence 2 and 9 km for parasequence 3. The results show a sufficient degree of spatial continuity to conduct resource appraisals. In the long run, the current model may evolve into a regional resource model for Rio Grande do Sul state.

Zusammenfassung

Coalbed-Methan (Flözgas) ist eine schadstoffarme Energiequelle, die in Brasilien bisher ungenutzt blieb. Bedingt durch Absenkungsgeschichte und intrinsische Qualität stellen die Kohlefelder im südlichen Paraná-Becken wichtige Höffigkeitsgebiete dar (Abb. 1). Sie entstanden im Unteren Perm (Tab. 1) in barriererückseitigen Becken. Sümpfe und Moore entwickelten sich zunächst auf einer Küstenebene. Von dort erstreckten sie sich landeinwärts und begruben eine absinkende präpermische Landoberfläche (Abb. 2). Für eine erste Untersuchung des Potentials an CBM wurde das Revier Santa Terezinha im Bundesstaat Rio Grande do Sul ausgewählt. Die Beckengeologie ist einer der wichtigen Einflussfaktoren auf die CBM-Genese. Informationen darüber konnten den lithologischen Logs von 124 Bohrungen aus einem landesweiten Kohlexplorationsprogramm entnommen werden, das in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhundert vom brasilianischen geologischen Dienst, der Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, realisiert wurde (Abb. 3, Tab. 2). Eine sequenzstratigraphische Neuinterpretation der Logs erlaubte es, die kohleführenden Schichten im regionalen Rahmen zu korrelieren und zwischen Störungen (Abb. 4) und Hochzonen (Abb. 5) im Basement zu differenzieren. Für den Aufbau des Geometrie-

modells kamen die Drahtmodellierung und eine Flächenmodellierung auf Basis irregulärer Dreiecksnetze (TINs) zum Einsatz. Zunächst wurde unter Nutzung der Profilmethode ein Strukturmodell erstellt. Anschließend ließen sich Paläotopographie und Paläoentwässerungsnetz des Basements rekonstruieren. Im letzten Schritt wurden die Hangendflächen der sechs identifizierten Parasequenzen sukzessive in das Modell eingearbeitet. Die gewählten Ansätze zur Modellierung der Störungen (Abb. 9) als auch der basaltischen Sills (Abb. 10) werden beschrieben. Das fertige Modell wurde als Entscheidungsunterstützung bei der Auswahl der Ansatzpunkte für drei CBM-Testbohrungen herangezogen. Die prognostizierten Höhen stimmten im Wesentlichen mit den Resultaten der ersten Testbohrung überein (Tab. 3). Die modellierten Strukturen des Untergrundes sind in Abb. 6 bis 8 sowie 11 bis 16 in 3D Ansicht dargestellt. Eine statistische Analyse der kumulativen Kohlemächtigkeiten zeigt, daß diese linksschiefe Verteilungen aufweisen (Abb. 17 bis 22). Am häufigsten liegen die kumulativen Mächtigkeiten zwischen 0,8 und 1,2 m. In Parasequenz 2 wird ein Maximalwert von 9,23 m erreicht. Die räumliche Variabilität wurde für die Parasequenzen 2 und 3 mit omnidirektionalen Variogrammen untersucht (Abb. 23 und 24, Tab. 4). Reichweiten von 9 und 16 km zeigen, daß die für eine Ressourcenabschätzung notwendige Kontinuität vorliegt. Eine Erweiterung des Modells auf die benachbarten Reviere Chico Lomã und Morungava ist geplant. Langfristig besteht so die Möglichkeit, ein landesweites Modell der Kohleressourcen in Rio Grande do Sul aufzubauen.