

VU Research Portal

Relating Petroleum System & Play Development to Basin Evolution

Beglinger, S.E.

2011

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Beglinger, S. E. (2011). *Relating Petroleum System & Play Development to Basin Evolution: South Atlantic Marginal Basins*. [PhD-Thesis - Research and graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam].

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Samenvatting

In de gebieden waar actief wordt geëxploreerd, zijn de meest (gangbare) olie- en gas accumulaties inmiddels al ontdekt. Daarom wordt onze kennis van de petroleum prospectiviteit van minder goed geëxploreerde bekkens steeds belangrijker. De kennis die is opgedaan bij het exploreren van de al oude petroleum provincies kan, als analoge vergelijking, bijdragen aan het identificeren van nieuwe petroleum accumulaties in onbekende bekkens. Wij verwachten dat in de toekomst het analoog-vergelijken van bekkens voor exploratie doeleinden steeds belangrijker zal worden.

Het doel van dit proefschrift is om onze kennis van het interpreteren van bekken-data te vergroten, zodat we beter de petroleum prospectiviteit kunnen voorspellen van bekkens waar nog (relatief) weinig exploratie heeft plaats gevonden. Dit doen wij door het herkennen en identificeren van bepaalde trends in de ontwikkeling van *petroleum systemen* en *plays*¹ in bekken(s) (cycli), die worden gekenmerkt door soortgelijke tektono-stratigrafische karakteristieken.

Ons studie-gebied omvat de tegenoverelkaar liggende, maar gekoppelde, marges van West Afrika en Brazilië aan weerszijde van de Zuid Atlantische Oceaan. Deze marginale bekkens vertonen veel overeenkomsten in hun tektono-stratigrafische evolutie: allen begonnen als *interior rift/fracture bekkens*, en gedurende het openen van de Zuid Atlantische Oceaan, veranderden in *post-rift passieve marges*. Beide marges zijn zeer bekende en succesvolle producenten van petroleum. Momenteel wordt er veel exploratie verricht langs beide marges, vooral in de diep water delen van de bekkens. Maar de marges omvatten ook een aantal regio's waar nog maar weinig exploratie heeft plaats gevonden.

Vooralsnog, is het gebruik van bekkens voor het maken van analoge vergelijkingen misleidend gebleken, aangezien elk bekken uniek is in zijn opbouw. Wij stellen voor om bekkens op te breken in componenten, die relatief standaard zijn. Deze zullen ons toestaan vergelijkingen te maken, die niet geoorloofd zijn wanneer de bekkens in hun geheel worden vergeleken. Onze methodologie is gebaseerd op het bekken classificatie-systeem van Kingston e.a. (1983), waarin bekkens worden opgedeeld in standaard tektono-stratigrafische cycli en/of stages. The belangrijkste factoren die een bekken geschiedenis bepalen zijn (1) de *bekken-vormende tektoniek*, (2) de *afzettings- en/of sedimentaire processen*, en (3) de *bekken-modificerende tektoniek*. Sommige simpele bekkens hebben tijdens

1) See Chapter 2.2 for definition.

hun evolutie maar 1 tektonische episode ondergaan en omvatten daarom maar 1 tektonische cyclus. Echter, de meeste bekkens kennen meer dan 1 cyclus in hun evolutie en worden daarom polyfase bekkens genoemd (Cloetingh & Ziegler, 2007; Ziegler & Cloetingh, 2004). Om onze analyse en bijbehorende methode te ondersteunen, hebben wij in samenwerking met Statoil R&D (Bergen, Noorwegen) een computer programma ontwikkeld, genaamd de *Basin Data Illustrator (BDI)*. Dit programma genereert een aantal figuren die de tektono-stratigrafische ontwikkeling van bekkens illustreren, alsmede de geoloog de mogelijkheid geven om (de ontwikkeling van) *petroleum systemen* en *plays* makkelijker met elkaar te kunnen vergelijken. In onze analyses, hebben wij dankbaar gebruik gemaakt van dit programma. Veel figuren, gegenereerd door de BDI, kunnen terug gevonden worden in dit proefschrift.

De Zuid Atlantische passieve marges, die worden bestudeerd in dit proefschrift, worden gedefinieerd als polyfase bekkens, aangezien zij meerdere opeenvolgende cycli/stages in bekken evolutie hebben ondergaan. Het 5-fase geodynamische model ontwikkeld door Cainelli & Mohriak (1999), alsmede hun onderverdeling van de tektono-stratigrafie in vier bekken-cycli en/of megasequenties (*pre-rift*, *syn-rift*, *transitioneel* en *post-rift*), vormen de basis voor de verdere analyse uitgevoerd in dit proefschrift. Door het onderzoeken van deze standaard tektono-stratigrafische cycli/megasequenties, kunnen wij parameters, welke belangrijk zijn voor de ontwikkeling van *petroleum systemen* en *plays*, nader bestuderen met het oog op hun tektono-stratigrafische positie, in plaats van hun positie in het algehele bekken. Zodoende, kunnen wij het doel van analoge-vergelijking verbreden en vermijden we zaken die het maken van zulke vergelijkingen tussen bekkens in hun geheel moeilijk maken. Doordat de Zuid Atlantische marginale bekken eenzelfde tektono-stratigrafische bekken-cycli evolution hebben ondergaan, werden veel analoge/equivalente (potentiële) *source*²-*reservoir*³-, en *seal*⁴ gesteente intervallen afgezet. De analoge source-gesteenten in deze bekkens zijn verantwoordelijk voor het bestaan van 7 verschillende *types petroleum systemen* (PSTs).

Langs zowel de West Afrikaanse en Braziliaanse marge, is de *lacustrien syn-rift PST* het meest productief: het afzettingsmilieu voor deze gesteenten was het grootst, en tevens verkeert een groot deel van deze gesteenten zich in een thermische staat, waarin zij olie en/of gas kunnen/konden genereren. De andere *petroleum systeem types* zijn minder productief of waren alleen lokaal in staat zich te ontwikkelen. Redenen hiervoor zijn o.a. lokale depositie van de *source*-gesteente, de gelimiteerde dikte en/of kwaliteit van de *source*-sequentie, dan wel een algemene lage thermisch staat, doordat het gesteente niet diep genoeg begraven is (geweest).

De ontwikkeling van *plays* is ook zeer afhankelijk van de tektono-stratigrafische evolutie. Elke bekken-cyclus is gekenmerkt door het voorkomen van

- | | |
|----|--|
| 2) | <i>Gesteente, rijk aan organisch materiaal, welke bij juiste temperatuur en diepte olie en/of gas begint te genereren.</i> |
| 3) | <i>Poreus en permeabel gesteente, dat (produceerbaar) olie of gas bevat.</i> |
| 4) | <i>Ondoorlatend en impermeabel gesteente, welke een barrière vormt voor omhoog-stromend olie en/of gas.</i> |

karacteristieke *reservoir* facies in de gesteente sequentie. Daarnaast is het type *bekken-modificerende tektoniek* ook karakteristiek voor de bekken-cyclus. Langs beide marges, omvat de *post-rift* gesteente sequentie de meeste, maar ook de grootste variëteit aan *plays*: de *post-rift* sequentie wordt gekenmerkt door de grootste verscheidenheid aan sedimentaire facies, en zodoende ook *reservoir* facies. Daarnaast heeft halokinese (een vorm van *bekken-modificerende tektoniek*) een belangrijke bijdrage geleverd aan het structureren en deformerend van de *post-rift* gesteente lagen, evenals aan het bepalen van de locatie van depositie van bijvoorbeeld turbidieten.

Vooralsnog, heeft onze aanpak, waarin wij de ontwikkeling van *petroleum systemen* en *plays* linken aan bekken (cycli) evolutie, door het evalueren van de *bekken-vormende tektoniek*, de *sedimentaire processen* en de *bekken-modificerende tektoniek*, ons niet in staat gesteld om duidelijk verschillende *bekken families* te onderscheiden. Eigenlijk wordt de voorkeur gegeven aan het gebruiken van individuele bekken cycli voor analoge vergelijkingsdoeleinden. Daarentegen, zijn er wel een aantal belangrijke zaken aan licht gekomen, die consequenties kunnen hebben voor de prospectiviteit van bekkens, en die zeker moeten worden aangepakt en onderzocht in toekomstige studies. Niettemin, waren wij wel in staat om een goede eerste indruk te krijgen van de tektono-stratigrafie en de ontwikkeling van *source*- en *reservoir* gesteente intervallen in deze bekkens. Dit staat ons toe voorspellingen te doen betreffende toekomstige exploratie mogelijkheden in zowel de bekende als minder bekende olie- en gas-gebieden langs deze marges. Wij zijn ook in staat om de grootste risico's te identificeren voor het bestaansrecht van bepaalde *petroleum systemen* en *plays*.

Naast de algemene analyse van de Zuid Atlantische marges, hebben we ook een meer gedetailleerde casus-studie uitgevoerd, waarin we dezelfde aanpak gebruiken om de prospectiviteit van de *Gabon Coastal*- en *Almada-Camamu bekkens* te bepalen. De resultaten van deze analyse, stellen ons in staat potentiële *petroleum systemen* en *plays* aan te wijzen, waarvan het bestaan bekend is in het *Gabon Coastal bekken*, maar die nog niet zijn bewezen/gevonden in het *Almada-Camamu bekken*. Deze casus laat zien dat deze methode een systematische aanpak aanbiedt voor het evalueren van exploratie mogelijkheden in genetisch-gerelateerde bekkens. Daarnaast zorgt de aanpak ervoor dat we nieuwe vragen leren stellen en/of vermoedens krijgen, die belangrijk zijn voor het opzetten van vervolgstudies.

Het tweede casus-onderzoek betreft tektonisch- en maturatie modelleren in het *Campos bekken*. Wij hebben verschillende modellen getest om de tektonische daling, die we hebben waargenomen na het *backstrippen* van 7 verschillende putten, te benaderen. Het model, dat deze daling het beste beschrijft, is gebruikt om de maturatie van verschillende gesteente intervallen, die mogelijk organisch-rijk materiaal bevatten, te voorspellen. Dit modelleren laat zien dat bepaalde gebeurtenissen in bekken evolutie belangrijk zijn voor de maturiteit-distributie van *source*-gesteente. Onze resultaten zijn veelbelovend, aangezien het gebied van *source*-gesteente dat gepositioneerd is in een gunstige thermische staat (met het oog op olie en/of gas generatie), groter is dan voorheen aangenomen (Rangel & Martins, 1998). De *source*-gesteenten, die de thermische staat voor olie gener-

atie hebben bereikt, zijn over het algemeen afgezet tijdens het Vroeg tot Laet Krijt. Maar er zijn lokaal ook *source facies*, afgezet tijdens het Oligocene (Tertiar), die ook olie kunnen genereren. Wanneer deze *post-rift* gesteente intervallen toch geen olie/gas genereren, zal dat veroorzaakt zijn doordat het organisch rijke materiaal toch niet aanwezig is, dan wel te dun is of dat de kwaliteit te wensen over laat.

Ter afsluiting, deze aanpak geeft een goede eerste indruk van de tektono-stratigrafische bekken evolutie en het gerelateerde potentieel voor de ontwikkeling van *petroleum systemen* en *plays*. Door het toepassen van deze methode, zal de geoloog op een systematische wijze het evalueren van exploratie prospectiviteit kunnen uitvoeren. Daarnaast zal hij/zij ook in staat zijn nieuwe vragen te formuleren, die de richting van het vervolg-onderzoek kunnen sturen. Ten slotte, zullen bepaalde vermoedens ontstaan, die getest kunnen worden met meer praktische studies, zoals seismiek en/of put-data interpretaties.