



Universiteit Utrecht

Verbetering van schaliegasproductie door bevordering van de verbinding tussen matrix-poriën en breuken – Openbaar eindrapport 2013

Topsector Energie, TKI2013-07-WP1.4

M.E. Houben, M.R. Drury, C.J. Peach, C.J. Spiers

Universiteit Utrecht – Structurele geologie & Tektoniek/ Experimentele gesteentedeformatie, Faculteit Geowetenschappen, Departement Aardwetenschappen, Budapestlaan 4, 3584 CD Utrecht, Nederland.

Doelstelling van het project

Schaliegas is aardgas dat zit opgesloten in de fijnkorrelige matrix van het moedergesteente (schalie). De doorlaatbaarheid (permeabiliteit) van schalie is meestal zo laag dat er veel scheuren op kleine afstand van elkaar nodig zijn om het gas op een rendabele manier uit het gesteente te krijgen. De schalie wordt dan ook gebroken door het injecteren van vloeistoffen onder hoge druk. Dit zorgt voor een radiaal netwerk van open scheuren waar het gas doorheen kan stromen rondom het punt waar injectie heeft plaatsgevonden. Deze scheuren verbinden ook bestaande breuken met elkaar en ze leiden dus tot verhoogde permeabiliteit van de schalie rond de injectieput.

Naast het verbeteren van de injectie ('fracking') methodes (zie onderzoeken aan de UU, TUE en TUD (2) in het samenwerkingsverband), is het belangrijk om te zoeken naar nieuwe manieren om de verbindingen tussen de in de matrix van de schalie aanwezige microporiën te verbeteren. Dit moet zorgen voor een snellere en betere toestroom van gas vanuit de poriën en matrix van de schalie naar scheuren en breuken in het gesteente, met het doel dat de gas productie economisch rendabeler wordt.

In dit project (looptijd van 4 tot 5 jaar, gestart in maart 2013) zullen we een combinatie van experimenten, theorie, modelleren en microstructureel onderzoek gaan gebruiken op, door de industrie aangewezen als meest interessante, schalies. Het gaat bijvoorbeeld om de Posidonia Schalie, veelvuldig voorkomend in de Nederlandse ondergrond. Gedurende het eerste jaar hebben we ons voornamelijk beziggehouden met taak 1 (Selectie en karakterisering van monsters) en een begin gemaakt aan taak 2 (Lab experimenten naar gevolgen sorptie/zwelling/krimp gedrag). Voor taak 1 waren de belangrijke vragen waar we geprobeerd hebben om een antwoord op te vinden:

- Is er porositeit zichtbaar in de Posidonia Schalie als we gebruik maken van een combinatie van elektronenmicroscopie met een polijsttechniek die gebruik maakt van Argon-ionen?
- Waar in de microstructuur van het gesteente vind je porositeit?
- Veranderd de porositeit van het gesteente als het gas produceert/geproduceerd heeft?

Resultaten

Op dit moment wordt gewerkt met de Posidonia Schalie, een potentieel schaliegas houdend gesteente dat in de Nederlandse ondergrond gevonden kan worden. Echter, vanwege de grote diepte waarop dit gesteente in Nederland voorkomt, tussen de 2 en 2,5 km diepte, is het moeilijk om aan nieuwe monsters te komen en de bestaande boorkernen leveren vaak niet genoeg materiaal op om de benodigde experimenten te kunnen doen. Dit is dan ook de reden dat naast de Posidonia Schalie de Whitby Schalie onderzocht wordt. De Whitby Schalie is afgezet gedurende dezelfde tijd en in hetzelfde bekken als de Posidonia Schalie, en is daarmee dus vergelijkbaar aan de Posidonia Schalie. De Whitby Schalie is op dit moment ontsloten langs de kust van Groot-Britannië ten noorden van het plaatsje Whitby, en dus goed toegankelijk.

Over het algemeen bestaan de onderzochte monsters (Whitby en Posidonia Schalie) voor 60 – 70 % uit een kleimatrix (alle mineralen die een doorsnede hebben kleiner dan 2 μm), 5 – 10 % organisch materiaal en 3 – 7 % pyriet. Verder zijn veel voorkomende mineralen kwarts, calciëet (zowel als mineraal en als fossiel), mica en dolomiet. Alle "grote" (groter dan 2 μm) mineralen zijn omringd door de kleimatrix, wat

betekent dat de snelheid van eventueel transport van gas in het gesteente af zal hangen van de snelheid waarmee het gas zich door de kleimatrix kan verplaatsen. Conventionele polijst- en microscoop-technieken leveren een te lage resolutie op om dit soort kleine deeltjes, en ook de micro-porositeit tussen de deeltjes af te beelden. Om te bepalen waar de porositeit zich bevindt in de monsters zijn de monsters gepolijst met behulp van Argon ionen (PIPS), wat zorgt voor een extreem glad oppervlak. Hierdoor kan de microstructuur van het gesteente inclusief de porositeit worden afgebeeld met een Rasterelektronenmicroscop (REM). De porositeit in de Posidonia en Whitby Schalies die zichtbaar is in de afbeeldingen (maximale gebruikte vergroting: 5000×) varieert van 0,6 – 2,5 % op de nanometer- tot micrometer- schaal (10^{-9} tot 10^{-6} m²; formaat van de afbeeldingen is groter dan 62.500 μm²). De hoogste porositeit (4 – 8 %) is gevonden in fossielen, beduidend hoger dan de porositeit van de kleimatrix (0,4 – 1,2 %) en de porositeit gevonden in andere mineralen (bijvoorbeeld: kwarts, calciet, pyriet, dolomiet; 0,1 – 0,7 %).

Verder zijn alle poriën die zichtbaar zijn in de REM afbeeldingen (102 nm in diameter en groter) niet verbonden met elkaar in 2D, wat impliceert dat een eventueel poriënnetwerk aanwezig in het gesteente bestaat uit porieverbindingen die een diameter hebben kleiner dan 100 nm. In het kader van dit project is het dus belangrijk een manier te vinden om de kleimatrix porositeit (gezien in de REM afbeeldingen) te verhogen door middel van bijvoorbeeld het vermeerderen/vergroten van de porieaansluitingen.

Drie van de vier Whitby Schalie monsters die onderzocht zijn met de PIPS-REM methode laten een gelaagdheid zien op de millimeter-schaal en kleiner, gebaseerd op een verandering van de mineralogie in de verschillende lagen. Alle Posidonia Schalie monsters en het vierde Whitby Schalie zijn homogeen op de millimeter schaal. Het feit dat sommige monsters gelaagd zijn, en daarmee dus ook een variatie laten zien in de porositeit, kan invloed hebben op het gedrag van het gesteente (zowel op het sorptie/zwelling/krimp gedrag als het breek/scheur gedrag). Dit gaat in meer detail onderzocht worden in de komende project jaren (taken 2 en 3).

Alle monsters die tot nu toe onderzocht zijn, zijn niet op de juiste temperatuur en druk condities geweest om gas te genereren ('low mature'). En alhoewel de Whitby Schalie monsters zich op dit moment aan het aardoppervlak bevinden laat de geschiedenis van het gebied zien dat de maximale diepte waarop ze begraven zijn geweest rond de 2,2-2,5 kilometer ligt (Hemingway and Riddler, 1982), wat vergelijkbaar is met de diepte waar de Posidonia Schalie monsters vandaan komen. Om de vraag te beantwoorden of de microstructuur van het gesteente veranderd met diepte, oftewel als het gas produceert en/of geproduceerd heeft, zal het noodzakelijk zijn om monsters te onderzoeken die ook echt de juiste druk en temperatuur condities hebben ondergaan om gas te produceren, deze monsters zijn op dit moment niet voorhanden.

Om de gevolgen van het sorptie/zwelling/krimp gedrag van het gesteente te bepalen (taak 2) zijn we begonnen met Stikstof gas-adsorptie en -desorptie experimenten, om de toegankelijkheid van Stikstof in het gesteente te meten. Veertien monsters zijn er in totaal onderzocht en deze zijn onderverdeeld in homogene en gelaagde Whitby Schalie monsters. De homogene Whitby Schalie monsters laten een porositeit (alleen poriën met een diameter tussen de 2 en 100 nanometer) zien variërend tussen de 0,5 – 3,9 %, waar de gelaagde Whitby Schalie monsters een porositeit laten zien tussen de 2,8 – 5,3 %. De

gemeten gas adsorptie/desorptie porositeit samen met de porositeit zichtbaar in de REM afbeeldingen geven samen een minimum totale gesteente porositeit voor poriën met een diameter tussen de 2 en circa 10.000 nanometer. De minimale totale Whitby Schalie porositeit is tussen de 3,9 – 5,3 % voor het homogene monster en tussen de 4,4 – 7,8 % voor het gelaagde monster.

Twee monsters (een gelaagd en een homogeen) zijn gebruikt om de permeabiliteit met Argon gas te bepalen. De permeabiliteit van de Whitby Schalie is in de orde van grote van $2,6 \pm 0,28 \cdot 10^{-17} \text{ m}^2$ – $6,1 \pm 1,47 \cdot 10^{-19} \text{ m}^2$, bij een effectieve druk van 0,7 MPa, dus nog niet vergelijkbaar met de druk op 2-2,5 km diepte. Deze metingen reflecteren de permeabiliteit van gedroogde, ongedeformeerde monsters, en zullen gebruikt worden als ijkpunt om te onderzoeken of de permeabiliteit in experimenten dan wel door zwellings/krimp gedrag, dan wel door mechanische beschadiging verhoogd kan worden.

Bibliografie

Hemingway, J.E., Riddler, G.P., 1982. Basin inversion in North Yorkshire. Trans. Inst. Min. Metall. 91B, 175–186.

Duurzaamheid en versterking kennispositie

Het scala aan onderzoeksprojecten dat door de universiteiten zal worden uitgevoerd in het ‘Tough Gas’ programma zal zich richten op een verbeterde gas productie uit schalies, en daarmee een verlengde gasproductie voor Nederland. Dit kan uiteindelijk zorgen voor een verminderd gebruik van steenkool, en dus voor een verminderde CO₂ uitstoot. Toepassing van de resultaten binnen de schaliegas-winning in de rest van Europa zal ook daar zorgen kunnen voor een daling van het steenkool-gebruik en dus CO₂ emissies. De resultaten van het hier voorgestelde project zullen over ongeveer 5 jaar de basis kunnen vormen voor veld-testen.

Publicaties

Microstructural investigation of the Whitby mudstone (UK) as an analog for Posidonia shale (NL). M.E. Houben, A. Barnhoorn, M.R. Drury, C.J. Peach, C.J. Spiers, Extended abstract - 76th EAGE Conference & Exhibition 2014, 16-19 June, Amsterdam, We E103 09.

Dit abstract kan gekocht worden door middel van het sturen van een e-mail naar eagepublications@eage.org of kan gratis gedownload worden nadat het EAGE lidmaatschapsgeld is voldaan.

Bestelling exemplaren

Dit rapport kan besteld worden bij de auteurs, zie ook de contactgegevens onderaan.

Contactpersoon

Dr. M.E. Houben
Budapestlaan 4
3584 CD UTRECHT
Nederland

M.E.Houben@uu.nl

“Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, voor het TKI Energie uitgevoerd door Agentschap NL.”