

# Schaliegas in Nederland

door Mart Zijp, Geologische Dienst Nederland - TNO  
mart.zijp@tno.nl

Schaliegas is aardgas dat opgesloten zit in kleisteenlagen in de ondergrond, ook wel 'schalies' genoemd. Uit een verkennend onderzoek van TNO voor Energie Beheer Nederland (EBN) blijkt dat de Nederlandse ondergrond potentieel veel schaliegas bevat. De gashoudende schalies liggen in ons land veelal op meer dan 2 km diepte. Gaswinning uit schalie is lastiger dan uit zandsteen, zoals in het Groningen-gasveld, omdat de structuur van het gesteente veel compacter en van nature weinig doorlaatbaar is. De afgelopen tien jaar zijn de winningstechnieken zodanig verbeterd dat de productie van schaliegas economisch rendabel is geworden (afb. 1). Het gaat daarbij vooral om twee technieken: horizontaal boren en *fracking*.

## Innovatie in boortecnologie

In het verleden werden vooral verticale boringen gezet, maar sinds enkele jaren is het ook mogelijk om 2 tot 3 km horizontaal te boren. Bij de winning van schaliegas wordt er meestal eerst 1,5 tot 4 kilometer verticaal geboord en daarna 0,5 tot 1,5 kilometer in horizontale richting. Door horizontaal te boren wordt het contact met de schaliegashoudende laag vergroot zodat de gasproductie toeneemt.

De tweede verbeterde techniek betreft het 'kraken' van het gesteente, het zogeheten 'fracking' (afb. 1). De gashoudende schalielaag wordt 'gebroken' door er onder hoge druk water en zand in te pompen. Aan het water zijn chemicaliën toegevoegd die er o.a. voor zorgen dat het zand in de ontstane breukjes dringt; het zand houdt de breukjes daarna open.

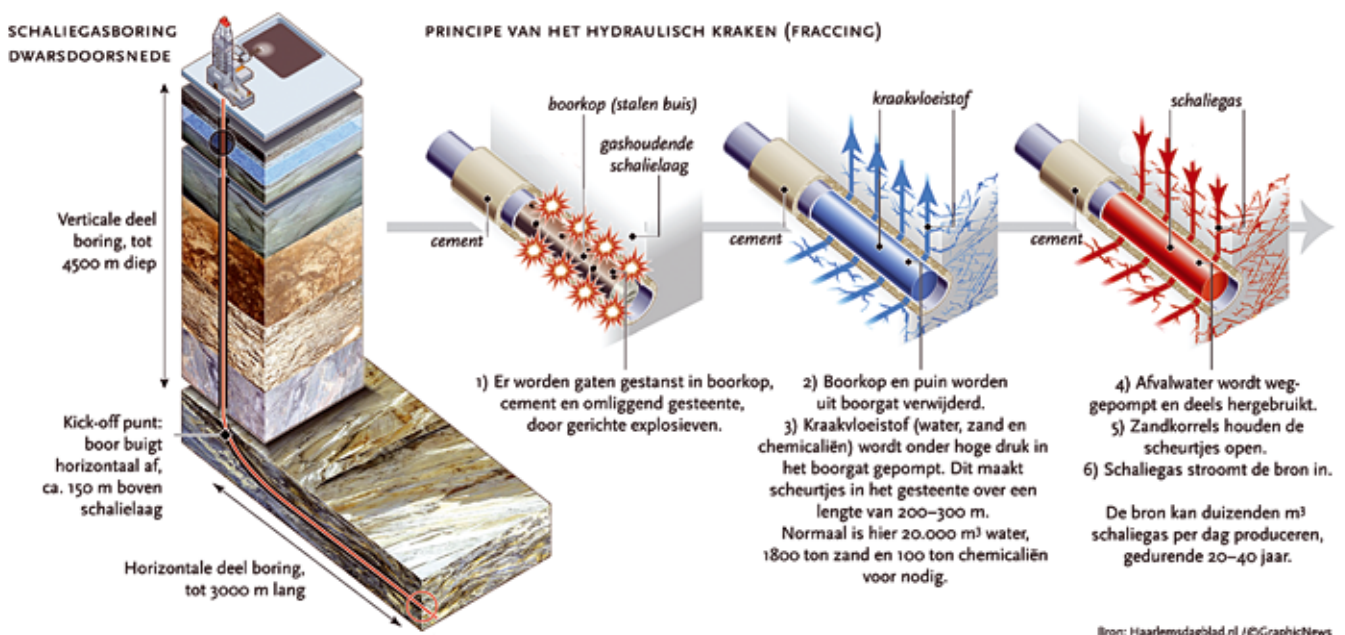
Voor de chemische toevoeging bestaat geen vast recept; iedere producent bepaalt zelf welke chemicaliën er gebruikt worden, binnen de wettelijk vastgestelde grenzen. De keuze voor het gebruik van chemicaliën hangt onder meer af van de lokale omstandigheden, zoals de samenstelling van het

gesteente en het zoutgehalte van het geïnjecteerde water. Zo heeft Cuadrilla, het Britse bedrijf dat in Nederland naar schaliegas wil gaan boren, aangekondigd hier maximaal twee chemicaliën te willen gebruiken.

In de VS worden sinds vorig jaar voor iedere put de gebruikte chemicaliën openbaar gemaakt. Hiervoor is de website [www.fracfocus.org](http://www.fracfocus.org) in het leven geroepen. Onder de chemicaliën worden ook de biocides, die staalcorrosie en omzetting van het gas door bacteriën tegengaan, gerekend. Tegenwoordig bestaan er ook niet-chemische alternatieven, zoals UV-behandeling van het geïnjecteerde water. De combinatie van beide technieken (kraken en horizontaal boren) heeft de gasproductie uit schalies dusdanig verhoogd dat schaliegaswinning in de VS commercieel interessant is geworden. Ieder afzonderlijk zijn de technieken in Nederland al langere tijd in gebruik. Sinds 1988 wordt in ons land al horizontaal geboord en er zijn al meer dan 200 boringen in Nederland gekraakt, zowel op land als op zee. Dit betrof echter geen boringen in schalies.

## Groningen-gasveld raakt leeg

Volgens huidige schattingen zal de gasproductie uit de kleinere Nederlandse velden de komende jaren afnemen; ook zal rond 2025 - 2030 het Groningen-gasveld vrijwel geen gas meer leveren. Als de gaswinning terugloopt, zal Nederland meer gas moeten importeren uit landen als Rusland, Algerije en Qatar en daarmee afhankelijker worden van deze leveranciers. Bovendien zullen de jaarlijkse staatsinkomsten uit de gasproductie dalen. In 2010 bedroegen de aardgasbaten rond de 10 miljard euro. Succesvolle winning van schaliegas kan in de toekomst bijdragen aan de binnenlandse gasproductie. Dat levert niet alleen geld op, het draagt ook bij aan de energieonafhankelijkheid en een sterkere positie van Nederland in geopolitieke ontwikkelingen.



Afb. 1. Schaliegasboring en het proces van verbreken door het hydraulisch fraccen van een schaliegaslaag.

Bron: Haarlemsdagblad.nl / © GraphicNews

Huidige schattingen van zowel TNO als EBN van de hoeveelheid winbaar schaliegas in Nederland variëren tussen 200 en 500 miljard kubieke meter (bcm) gas. Dit zijn nog niet aange- toonde reserves. De hoogte van de schatting wordt niet alleen bepaald door de hoeveel aanwezig gas in de schalie- laag, maar is in sterke mate afhankelijk van hoeveel gas er uit het gesteente kan worden gewonnen. Deze winbaar- heidsfactor wordt bepaald door de gebruikte technieken en hoe succesvol deze zijn. Door bijvoorbeeld langere horizon- tale boringen en gericht *fraccen* kan er meer gas uit het- zelfde gesteentepakket worden gehaald.

Ter vergelijking: op 1 januari 2011 bedroeg de conventionele aardgasvoorraad van Nederland 1304 miljard kubieke meter bij een totaal jaarverbruik van 51 miljard kubieke meter in 2010.

## Boringen wereldwijd

Op diverse plekken in de wereld wordt geboord naar scha- liegas; de meeste schaliegaswinning vindt plaats in de VS. De afgelopen tien jaar heeft de winning daar een grote vlucht genomen met in totaal meer dan 150.000 boringen. Op dit moment is schaliegas goed voor 20% van de totale gaswin- ning in de VS. Ook in Canada, Australië, Engeland (door het eerder genoemde Cuadrilla), Duitsland en Polen wordt scha- liegas gewonnen. Verder zijn er schaliegasboringen gepland in o.a. China, India, Argentinië en Zuid-Afrika. Binnen Europa worden de mogelijkheden van schaliegas onderzocht in Bul- garije, Hongarije, Oostenrijk, Ierland, Oekraïne en Nederland.

De inwoners van gebieden waar de boringen plaatsvinden reageren verschillend, met voor- en tegenstanders. In de VS betalen productie maatschappijen de landeigenaren door- gaans een startbedrag van 100.000 à 500.000 dollar en daarnaast soms een percentage van de jaarlijkse opbrengst. De schaliegaswinning heeft werkgelegenheid gebracht in gebieden die veelal onder economische druk stonden en de voor de boringen noodzakelijke aanleg van toegangswegen heeft de infrastructuur verbeterd.

## Gasland

Negatieve ervaringen zijn er ook, getuige de Amerikaanse documentaire *Gasland*. Daarin besluit landeigenaar Josh Fox een rondreis te maken door de VS om de negatieve gevolgen van boren naar schaliegas in beeld te brengen. Hij praat met omwonenden die gedupeerd zijn door lekkage van methaan en/of boorvloeistof in het lokale drinkwater, vervuiling van rivieren en beekjes, lawaai en stank.

Het grootste deel van de tienduizenden productieboringen in de VS is zonder incidenten verlopen, maar er zijn ook talloze voorbeelden waar het fout is gegaan. De grootste boosdoer blijkt het negeren van voorschriften en richtlijnen te zijn. Een belangrijke oorzaak van deze incidenten is een slechte cementatie van het boorgat. Na het boren wordt een laag cement aangebracht tussen de stalen pijp in het boorgat (*cas- ing*) en het gesteente. Als deze cementlaag niet over de ge- hele lengte volledig sluit, kan er bij het pompen van boorvloe- istof een directe verbinding ontstaan tussen het gasreservoir en ondiepere aardlagen die mogelijk drinkwater bevatten. Bij de boring in het Engelse Blackpool traden twee keer aardtrillingen op. Onderzoek wees uit dat deze hoogstwaar- schijnlijk veroorzaakt zijn door het hydraulisch kraken. De aardtrillingen hadden een kracht van 1.4 en 2.2 op de schaal van Richter, duidelijk meetbaar maar doorgaans niet voel- baar. Ter vergelijking, een voorbij rijdende vrachtwagen zorgt voor een trilling van 3 tot 4 op de schaal van Richter.

## Strengere regelgeving in Europa

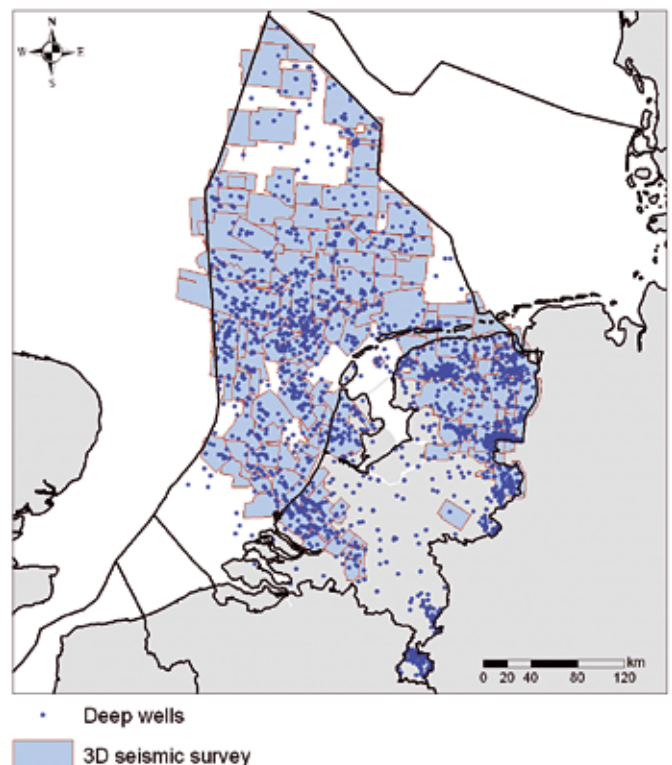
In Nederland zijn zowel regelgeving als toezicht rond boor- activiteiten veel strikter dan in de VS. Zo moeten de grond- watervoerende pakketten in ons land worden afgeschermd

met meerdere verbuizingen (in elkaar geschoven buizen met cement ertussen). Afhankelijk van de lokale geologie gaat het om de eerste 500 tot 1000 meter van een boorgat. Ook heeft Nederland strenge regels opgesteld om oppervlakte- vervuiling van bodem en oppervlaktewater te voorkomen als gevolg van onvoldoende afgedichte boorplaatsen of opvang- vijvers. Opvangvijvers worden doorgaans niet gebruikt in Nederland.

In de VS zijn op veel schaliegasvelden zeer grote aantallen boringen verricht, soms tot wel 5 tot 10 boringen per vier- kante kilometer. Bekend zijn de luchtopnamen van land- schappen die bezaaid zijn met boorinstallaties, voornamelijk uit de beginperiode van de huidige schaliegasboom. Dit soort ontwikkelingen in de VS zijn niet uniek voor schaliegas; in de afgelopen 150 jaar zijn daar ook vele olievelden op deze manier in productie gebracht.

In West-Europa is er altijd meer sturing geweest vanuit de overheid en heeft men dit soort ontwikkelingen kunnen be- perken. Tegenwoordig is ook de toon in de VS aan het ver- anderen met betrekking tot landgebruik en milieu-impact. Zo voeren productiebedrijven nu vaak meerdere boringen vanaf één punt uit omdat dit minder belastend is voor de omgeving en bovendien efficiënter in materiaal, personeel en gastrans- port. Op dit moment zijn vanaf één plek maximaal 35 borin- gen mogelijk, die samen een ondergronds gebied van enkele vierkante kilometers dekken.

Ten slotte melden de media dat het hydraulisch kraken grootschalige breuken in de ondergrond veroorzaakt die over honderden meters een directe verbinding maken tussen de gashoudende laag en de drinkwaterhoudende laag, zodat er gas in het drinkwater terecht kan komen. Indien de water- voerende lagen dichtbij de gasvoerende laag liggen, is dit inderdaad niet uit te sluiten. Metingen laten zien dat de kunstmatig gecreëerde breuken verticaal tot maximaal ca. 80 m reiken. In Nederland is de afstand tussen de lagen



Afb. 2. Overzicht van de beschikbare 3D-seismiek in Nederland (lichtblauw) en diepe boringen in Nederland en het Nederlands gedeelte Noordzee (donkerblauw).

Bron: [www.nlog.nl](http://www.nlog.nl)



echter veelal meer dan 2 km. De kans op een breuk met een goede doorlaatbaarheid over zo'n afstand is mechanisch gezien onmogelijk en dus niet aannemelijk.

TNO heeft samen met alle belanghebbenden de voor- en tegenargumenten in het debat over schaliegaswinning in kaart gebracht. Het resultaat hiervan is de *Argumentenkaart Schaliegaswinning*, die te vinden is op [www.tno.nl/schaliegas](http://www.tno.nl/schaliegas). Daarop staan ook politieke argumenten tegen de winning van schaliegas, zoals: 'het investeren in schaliegas betekent uitstel van de overgang naar duurzame energie', 'de winning leidt tot horizonvervuiling en hinder voor de lokale bewoners', etc.

### Nederlandse formaties

Uit eerdere boringen in Nederland blijkt dat er op heel veel niveaus in het sedimentaire pakket lagen aanwezig zijn die aardgas bevatten. Tot nu toe is alleen gas gewonnen uit de goed doorlaatbare zandsteenreservoirs, het zogeheten conventionele gas. Voor gasproductie uit lastiger te bereiken en af te tappen lagen zoals schalies gaat de aandacht momenteel vooral uit naar twee gesteenteformaties op 2 tot 4,5 kilometer diepte. Bij de Geologische Dienst van Nederland (een onderdeel van TNO) is veel informatie aanwezig over deze formaties door de verplichting die in Nederland voor ieder boorbedrijf bestaat om vijf jaar na een boring de betreffende boorgegevens vrij te geven. Hierdoor is er een publiek toegankelijke database met naast boorgegevens ook een groot aanbod aan 3D-seismiek van de Nederlandse ondergrond (afb. 2); deze informatie is ook te vinden op [www.nlog.nl](http://www.nlog.nl).

De eerste potentiële kandidaat voor Nederlandse schaliegaswinning is de Posidonia Schalie Formatie uit het Jura. Dit pakket wordt gezien als een goede optie door het hoge organische gehalte, wat doorgaans wordt weergegeven als het TOC-gehalte. Dit staat voor Total Organic Carbon en is een



Afb. 3. Voorkomen van Nederlandse schaliegasformaties: de Posidonia Schalie (blauw) en het Geverik Laagpakket (groen) tot een diepte van 4500 meter.

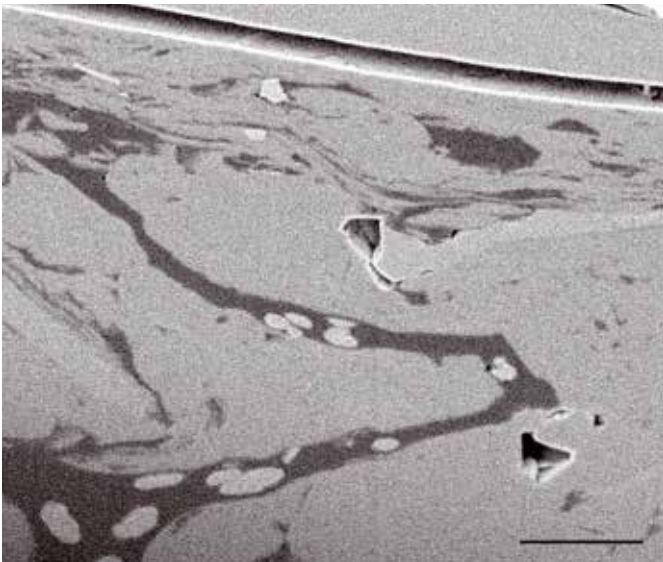
Bron: Zijp & Van Bergen, *Geografie*, maart 2012



Afb. 4. Boorkernen van het Geverik Laagpakket: a) gesteentekern van donkere schalie met gerekrystalliseerde diaklazen in wit; b) kernen met klei (zwart) en zandigere lagen (grijs); c) close-up van Geverik-kern met enkele verticale diaklazen; d) vergelijking met de Amerikaanse schalieformatie Marcellus shale. In opname c is goed te zien hoe de diaklazen (wit) beïnvloed worden door de meer zandige laag halverwege de kern, om vervolgens in dezelfde richting door te gaan.

Bron: TNO

indicatie van de hoeveelheid organisch materiaal van een gesteente. Dit kan, bij de juiste temperatuur en druk, worden omgezet in olie en/of gas. De dikte van de formatie bedraagt tussen 30 en 50 m wat in vergelijking met producerende formaties in de VS dun is. De Posidonia Schalie Formatie komt voornamelijk voor in het westen en midden van Nederland (afb. 3). Het Britse boorbedrijf Cuadrilla is van plan deze formatie aan te boren in het Noord-Brabantse Boxtel. Deze boring zal echter niet vóór eind 2012 van start gaan. Op dit moment mag er nog niet geboord worden als gevolg van een rechtszaak over de boorvergunning. Het bedrijf had toestemming voor een tijdelijke boring aangevraagd waar er in dit geval sprake is van een permanente boring. Daarnaast heeft demissionair minister van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Maxime Verhagen, de booractiviteiten



Afb. 5. FIB-SEM-foto van de Epen Formatie. Zichtbaar zijn de mineralen (grijs), het organisch materiaal (zwart) en de porositeit (gaten). Het valt op dat er weinig porositeit zichtbaar is en dat deze niet in het organisch materiaal voorkomt. Analyse i.s.m. Martyn Drury, Universiteit Utrecht, faculteit Geowetenschappen. Het streepje is 4  $\mu\text{m}$ .  
Bron: TNO

stilgelegd om een onderzoek uit te laten voeren naar de mogelijke risico's van boren naar schaliegas in Nederland. De resultaten van dit onderzoek worden in de herfst van dit jaar verwacht. Aan de hand van dit onderzoek zal de minister bepalen of de booractiviteiten in Nederland naar schaliegas door kunnen gaan of niet.

Het tweede pakket in de Nederlandse ondergrond dat mogelijk geschikt is voor de winning van schaliegas, is de 320 miljoen jaar oude Epen Formatie uit het Carboon. Deze is met honderden meters tot een kilometer beduidend dikker dan de Posidonia Schalie Formatie, maar heeft voor zover

bekend alleen een hoog schaliegaspotentieel in de onderste 50 meter: het Geverik Laagpakket.

De Epen Formatie is een aantal keer doorboord en heeft ook enkele bewaarde boorkernen. Deze kernen (afb. 4) laten een donkere schalie zien waarin zich verschillende diaklazen bevinden, mogelijk opgevuld met calciet. Na het bitumineuze Geverik Laagpakket volgt een successie van donkergrijs tot zwarte schalies, afgezet in op elkaar gestapelde *coarsening-upward* trends. Het afzettingmilieu van de formatie wordt geïnterpreteerd als verschillende cycli van delta-progradatie in een voornamelijk lacustrien bekken. De formatie en het laagpakket bestaan uit een Type II kerogeen met een gemiddeld TOC-gehalte van 7% in het organisch rijke Geverik Laagpakket.

Het overige deel van de Epen Formatie (boven het Geverik Laagpakket) heeft een lager organisch gehalte (0-2%) maar bevat wel meerdere dunne lagen met een hoger TOC-gehalte. Door de hoge maturiteit van de Epen Formatie is het mogelijk dat er zich hier geen schaliegas (meer) bevindt. Naarmate een geologische formatie langer wordt blootgesteld aan hoge temperatuur en druk, neemt de maturiteit toe. Bij een te hoge maturiteit is het mogelijk dat de gecreëerde olie en gas is afgebroken. Voor de Epen Formatie wordt de maturiteit geschat op 2-3%  $R_o$  (vitrinite reflectance). Dit kan betekenen dat de formatie 'overcooked' is, wat betekent dat er geen gas meer aanwezig is.

De porositeit van de Epen Formatie wisselt, maar is over het algemeen laag. Op dit moment doet TNO onderzoek naar de precieze locatie waar deze porositeit zich bevindt door middel van de FIB-SEM-techniek (afb. 5). FIB-SEM staat voor Focused Ion Beam – Scanning Electron Microscope en is een manier om een gesteente met een microscoop laagje voor laagje te ontleden en dit op beeld vast te leggen. Ondanks de mogelijk te hoge maturiteit en lage porositeit wordt ook de Epen Formatie gezien als een goede optie voor schaliegaswinning. Als bij proefboringen blijkt dat deze formatie inderdaad gas bevat, is de totale gasvoorraad in dit pakket door zijn veel dikkere voorkomen waarschijnlijk beduidend groter dan die van de Posidonia Schalie Formatie.



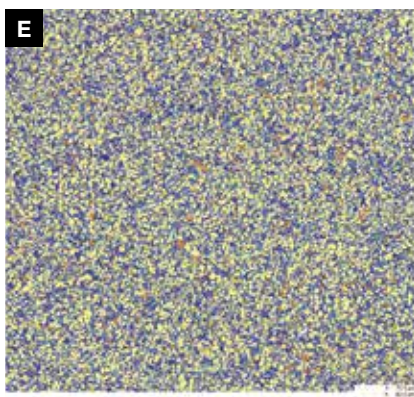
A



B



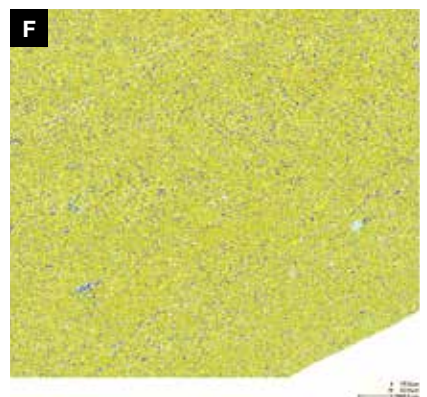
C



E



D



F

Afb. 6. Analyse van het Geverik Laagpakket aan de hand van boorkernen, slijpplaatjes en QemScan-analyse. In afb. A) en B) twee kernbakken met ieder 1 meter kern. Hieruit kunnen vervolgens slijpplaatjes gemaakt worden (enkele cm groot, C en D) waarmee onder de microscoop naar de samenstelling van het gesteente kan worden gekeken. Door middel van QemScan-analyse (E, F) is verder ingezoomd waarbij de mineraalsamenstelling zichtbaar wordt. In de kernen (A, B) is de verandering in de zand/klei-ratio zichtbaar. Slijpplaatje D laat enige gelaagdheid zien en komt niet overeen met slijpplaatje C, een indicatie voor verandering van het afzettingmilieu. De QemScan-analyse laat zien dat monster E wordt gedomineerd door dolomiet (blauw) en monster F wordt gedomineerd door kwarts (lichtgroen). Deze verandering in de mineralogische samenstelling heeft gevolgen voor de sterkte van het gesteente en mogelijk voor de toe te passen techniek van hydraulisch fraccen. Bron: TNO



## Mineralogiebepaling

Een ander onderdeel van het huidige onderzoek naar Nederlandse schalieformaties is het bepalen van de mineralogie van de boorkernen (afb. 6). Met behulp van slijpplaatjes en gedetailleerde scans (QemScan-techniek) wordt met deze techniek een overzicht gemaakt van de mineralen waaruit het gesteente is opgebouwd en van de samenstelling van de verschillende mineralen. Deze informatie is belangrijk voor het *fraccen* omdat de mineralogie de sterkte van het gesteente bepaalt en mogelijk van invloed is op het gedrag van het gesteente als het bijvoorbeeld door hydraulisch *fraccen* onder druk komt te staan.

## Toekomstige ontwikkelingen

De verspreidingskaart van de twee Nederlandse schaliegashoudende pakketten, met de Posodonia Schalie Formatie en het Geverik Laagpakket (afb. 3) laat zien dat in een groot deel van Nederland naar schaliegas geboord zou kunnen worden. Omdat de Nederlandse ondergrond een actief geologisch verleden heeft, toont de kaart een veel onregelmatiger patroon dan soortgelijke kaarten in de VS. Waar in Amerika bepaalde lagen tientallen kilometers kunnen doorlopen op dezelfde diepte, zijn de Nederlandse formaties in de loop der tijd verbreekt en verschoven. De grote laterale verschillen in de schalies maken daardoor alleen winning op kleinere

schaal mogelijk. Behalve de verbreekte formaties in de Nederlandse ondergrond is, vergeleken met de VS, de hoeveelheid beschikbare boorgrond in ons land beduidend kleiner. Een van de vereisten voor schaliegaswinning zal daarom de ontwikkeling van meerdere boringen vanaf één locatie zijn. Nederland beschikt over uitgebreide kennis van de ondergrond, maar om goed onderbouwde uitspraken te doen over de potentiële schaliegasvoorraden zijn nieuwe gegevens nodig. Worden er voorraden aangetoond, dan zal winning in Nederland op een andere manier moeten plaatsvinden dan in de VS omdat de boven- en ondergrondse omstandigheden en de regelgeving aanzienlijk verschillen. Dit betekent efficiënter omgaan met minder ruimte, meer informatie uit minder gegevens halen en veilig en verantwoord te werk gaan. De start van de schaliegaswinning zal in Nederland nog minimaal enkele jaren duren. De gekozen methoden en technologieën zullen het ruimtebeslag en de risico's voor vervuiling moeten minimaliseren en het effect van de toegepaste technieken op een goede manier moeten voorspellen en monitoren. Dit maakt de winning van schaliegas tot een uitgelezen kans voor innovatief en vindingrijk onderzoek in Nederland.

*Dit artikel is een aangepaste versie van het in het tijdschrift Geografie (maart 2012) verschenen artikel 'Schaliegas in Nederland: potenties en risico's' door Mart Zijp & Frank van Bergen.*

[www.geografie.nl](http://www.geografie.nl)

---

# Boekbespreking

**Dutch Earth Sciences. Development and impact (Engelstalig), door P. Floor (coörd. ed.). Uitg. KNGMG, 2012. 304 pp., ISBN/EAN 978 90 818 6230 1. Prijs € 29,- + € 6,75 verzendkosten.**

**Bestellen per e-mail bij KNGMG: [kngmg@kiviniria.nl](mailto:kngmg@kiviniria.nl)**

Dit boek kwam uit ter gelegenheid van het 100-jarige bestaan van het Koninklijk Nederlands Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap (KNGMG). Het gaat over de geschiedenis van het Nederlands geologisch en mijnbouwkundig werk over de hele wereld. Het boek kwam tot stand door de samenwerking van een groot aantal leden van het KNGMG, met als resultaat een overzicht van 400 jaar geologiegeschiedenis van de Benelux en de Nederlandse (voormalige) koloniën. Na een historisch overzicht over het genootschap volgt een overzicht over verleden en toekomst van de Nederlandse geologie.

Het boek geeft een overzicht van de voorlopers van de geologie in de periode 1568-1780. De strijd tegen het water was een belangrijke bron van vroege geologische kennis. De geologie als wetenschap kwam op in de periode 1780-1877. Aan het eind van deze periode geldt W.C.H. Staring als 'de vader van de Nederlandse Geologie'.

Laat in de 19<sup>de</sup> eeuw werden de eerste volledige opleidingen in de geologie opgericht. Een gedetailleerd beeld wordt geschetst van vervlochten politieke, commerciële, religieuze en maatschappelijke invloeden die de Nederlandse geologieopleiding een bijzonder karakter gaven, zoals het gedegen veldwerk. Vanaf de jaren '80 specialiseerden de geologische faculteiten zich en ontstonden er steeds meer raakvlakken met samenleving en industrie.

Een speciale sectie gaat over de bijdragen van amateurgeologen (waarin ook de Stichting GEA wordt genoemd, red.). Ook wordt de staatsinvloed op geologische activiteiten, zoals kartering en exploitatie van mineralen besproken. Na de catastrofale overstroming in Zuidwest-Nederland in 1953 en de vondst van het Groningen gasveld in 1959 kwam daar ook de offshore-kartering bij. Diverse auteurs bespreken de opkomst en activiteiten van zowel de grote staatsbedrijven,

zoals de Nederlandse Aardolie Maatschappij, de Nederlandse Staatsmijnen en de Koninklijke Nederlandse Zoutindustrie, als de kleinere bedrijven op het gebied van de opsporing en winning van de natuurlijke rijkdom in Nederland. De afwisselende geschiedenis van de olie- en gaswinning op het Nederlandse grondgebied komt uitgebreid aan de orde. In de publicatie krijgen ook de Nederlandse aardwetenschappers overzee aandacht. Circa een kwart van alle in Nederland opgeleide geologen was werkzaam in de kolonies; na de dekolonisatie was dat nog steeds ongeveer 15%. In Oost-Indië werd praktische ervaring opgedaan waarmee de Nederlandse opleidingsinstellingen hun voordeel deden. Zo ontstond het hoge niveau van de geologische opleidingen in Nederland, met hoogleraren van wereldnaam. Ook lagen in de Oost de fundamenten van twee Nederlandse mega-industrieën: Billiton (1860), met mijnbouwactiviteiten, en Koninklijke Shell (1890), met opsporing en winning van olie en gas als voornaamste activiteit.

De karteringsexpedities, waardoor de kennis van de uiterst ingewikkelde geologie van de Oost-Indische archipel toenam, komen eveneens uitgebreid aan bod. In Nieuw-Guinea werd een versnelde inventarisatie gemaakt van de natuurlijke rijkdommen, die nu door Indonesië geëxploiteerd worden. Het onderzoek van Suriname was lange tijd lastig vanwege de slechte toegankelijkheid van het binnenland. Pas in het midden van de 19<sup>de</sup> eeuw werden delen toegankelijk en werd er goud ontdekt, wat een mini-gold-rush veroorzaakte. Het land werd versneld gekarteerd en er werd bauxiet ontdekt. Na de onafhankelijkheid in 1975 werd ook olie ontdekt. Ook op de Antillen deden vroege Nederlandse geologen praktijk- en onderzoekservaring op. De nog steeds voortdurende activiteiten van Nederlandse mijnbouwingenieurs in de Andes van Bolivia en in Zambia besluiten het hoofdstuk. In de epiloog wordt vooruit gekeken naar de arbeidskansen voor toekomstige geologen, voor wie het klassieke veldwerk van groot belang blijft. Kortom, dit boek bevat alles wat u ooit wilde weten over de Nederlandse geologie, voor een zeer schappelijke prijs!

Tom J. A. Reijers, [tjareijers@hetnet.nl](mailto:tjareijers@hetnet.nl)