

Retouradres: Postbus 80015, 3508 TA Utrecht

Ministerie van Economische Zaken
Directie Energiemarkt
T.a.v. de heer P. Jongerius
Postbus 20401
2500 EC DEN HAAG

**Onderwerp**

Aanbiedingsbrief rapport TNO 2015 R10755

Geachte heer Jongerius,

Hierbij bieden wij u het rapport "*Recent developments on the Groningen field in 2015*" aan (rapportnummer TNO-2015 R10755, dd. 28 mei 2015).

Het TNO rapport heeft een complex, technisch karakter. In deze brief wordt daarom uitleg gegeven over de nieuwste bevindingen.

TNO vindt het belangrijk om de bevindingen in een breder perspectief te plaatsen. Als kader daarvoor wordt een Hand aan de Kraan principe gebruikt, dat kan dienen voor beheersing van het seismisch risico. De huidige zwakste schakels in een Hand aan de Kraan procedure worden kort aangegeven en toegelicht.

Hoogachtend,

Dr. I.C. Kroon
Hoofd Adviesgroep Economische Zaken

Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 88 866 42 56

Datum

22 juni 2015

Onze referentie

AGE 15-10.036

E-mail

ingrid.kroon@tno.nl

Doorkiesnummer

+31 88 866 45 31

Doorkiesfax

+31 30 256 45 05

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponeed bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op www.tno.nl.
Op verzoek zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655.

Datum
22 juni 2015

Onze referentie
AGE 15-10.036

Blad
2/8

Nieuwe bevindingen

In het rapport van TNO (d.d. 28 mei 2015) worden de resultaten beschreven van nieuw onderzoek, dat is uitgevoerd ter ondersteuning van de advisering van Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) in juni 2015. Het rapport bevat geen review van NAM resultaten. De nadruk ligt op

- i) een geactualiseerd compactieveld,
- ii) statistische analyses van de bevingen in het Groningen veld.

Dat leidt tot de volgende bevindingen:

- Het gebied van maximale compactie en het gebied waar de meeste seismiciteit voorkomt komen niet overeen.
- Het breukenpatroon speelt een belangrijke rol. De lokaties van de waargenomen bevingen concentreren zich binnen twee breuksystemen;
- Reductie van gasproductie in het Loppersum gebied heeft een verlaging van het aantal bevingen tot gevolg gehad.

Een nieuw compactieveld (Figuur 1) wordt gepresenteerd. Het gebied van maximale compactie en het gebied waar de meeste seismiciteit voorkomt komen niet overeen. Dit heeft als consequentie dat de compactie niet meer kan worden gezien als de enig verklarende factor voor het optreden van seismiciteit. Een seismologisch model voor het Groningen veld zal de breuken expliciet moeten meenemen.

Het breukenpatroon speelt een belangrijke rol. Er zijn twee breuksystemen (slenksystemen) te herkennen. Het eerste systeem strekt zich uit vanaf het cluster Eemskanaal tot aan de regio ten noorden van Hoogezand-Sappemeer (oriëntatie NW-ZO). Het tweede en grotere (hoofd) breuksysteem strekt zich uit in de NW-ZO richting over het midden van het veld. Voor beide breuksystemen geldt dat verschillende mate van compactie ter weerszijde van breuken zichtbaar is. Deze differentiële compactie biedt een aanknopingspunt voor de concentratie van de bevingen - en dus de seismische dreiging - in dit deel van het Groningen veld.

Figuur 2 en Figuur 3 tonen de aardbevingendichtheid voor 3 achtereenvolgende periodes april 2012 – april 2013, april 2013 – april 2014 en april 2014 – april 2015. Binnen het bereik van het hoofdbreukensysteem hebben minder bevingen plaatsgevonden sinds de productieverlaging van de Loppersum clusters op 17 januari 2014 (Figuur 4). Statistisch gezien is er een halvering van het aantal bevingen in dat deel van het veld.

Er zijn meer indicaties voor het optreden van aardbevingen volgend op productieverhogingen in het veld. In het verleden is altijd meer geproduceerd in de wintermaanden. Volgens de statistische methode heeft dit tot meer bevingen geleid vanaf twee maanden na de productieverhoging. Er is een duidelijke seizoensafhankelijkheid in het voorkomen van bevingen.

Ook plotselinge productieverhogingen zouden mogelijk kunnen leiden tot aardbevingen. Een mogelijk voorbeeld is bij het Ten Post cluster (in het midden van het veld). Daar heeft een beving plaatsgevonden ($M_L=2.7$ nabij Wirdum, 6 januari 2015) volgend op een productieverhoging in december 2014. Statistische bewijzen voor correlatie ontbreken. Nader onderzoek op dit punt is gewenst. Vooruitlopend hierop lijkt het verstandig om grote schommelingen in productie zoveel mogelijk te vermijden.

Het reduceren van productie in een cluster zal naar verwachting een tijdelijk effect hebben op het aantal bevingen. Dit effect is tijdelijk vanwege doorgaande productie elders in het veld en is afhankelijk van daarin gerelateerde compactie. Dit effect wordt waarschijnlijk geïllustreerd in de regio Appingedam. Daar zijn meer aardbevingen geregistreerd vanaf november 2014 tot april 2015, waaronder twee met magnitude $M_L=2.3$. Het effect van het stilleggen van de productie in twee nabije clusters wordt hier gedeeltelijk teniet gedaan door doorgaande productie in drie andere, nabije clusters.

Datum

22 juni 2015

Onze referentie

AGE 15-10.036

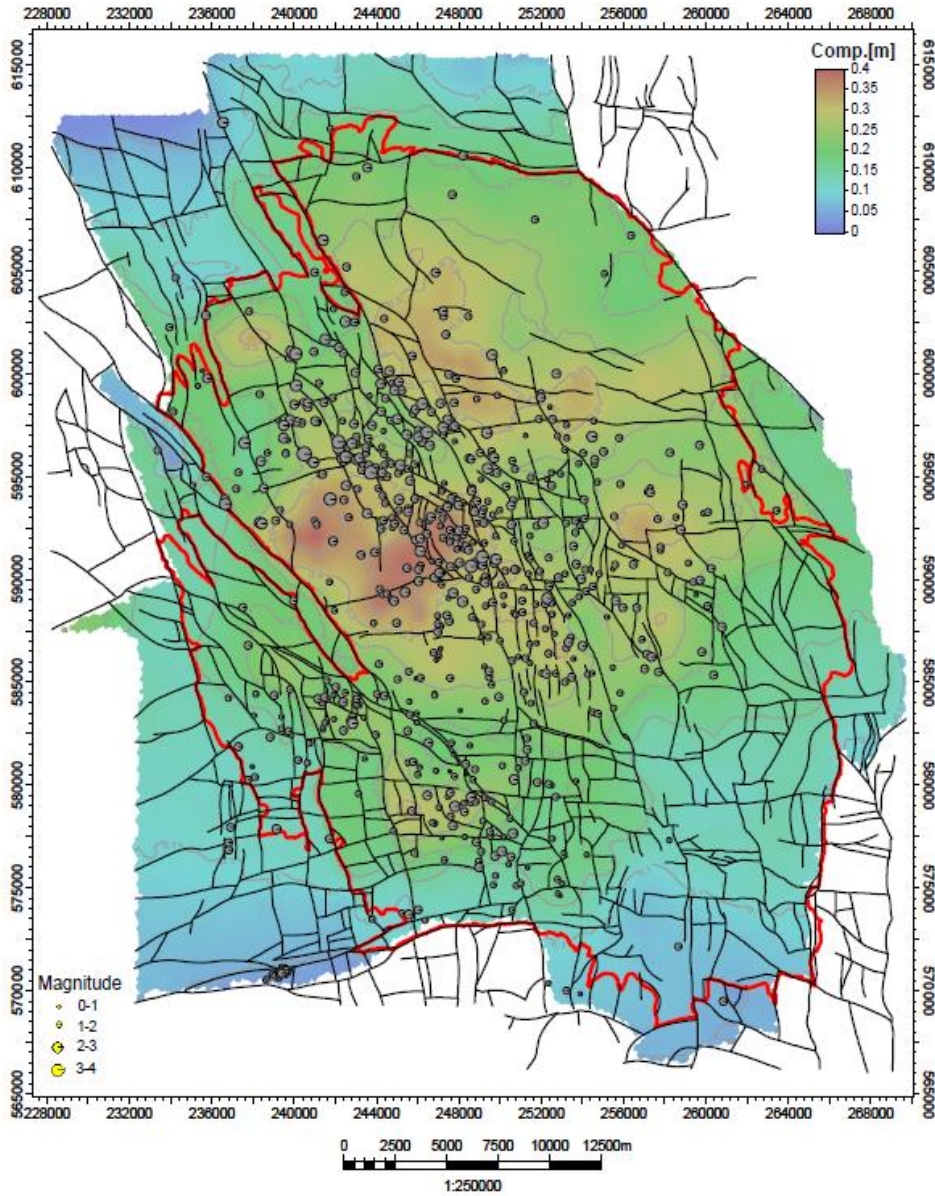
Blad

3/8

Datum
22 juni 2015

Onze referentie
AGE 15-10.036

Blad
4/8

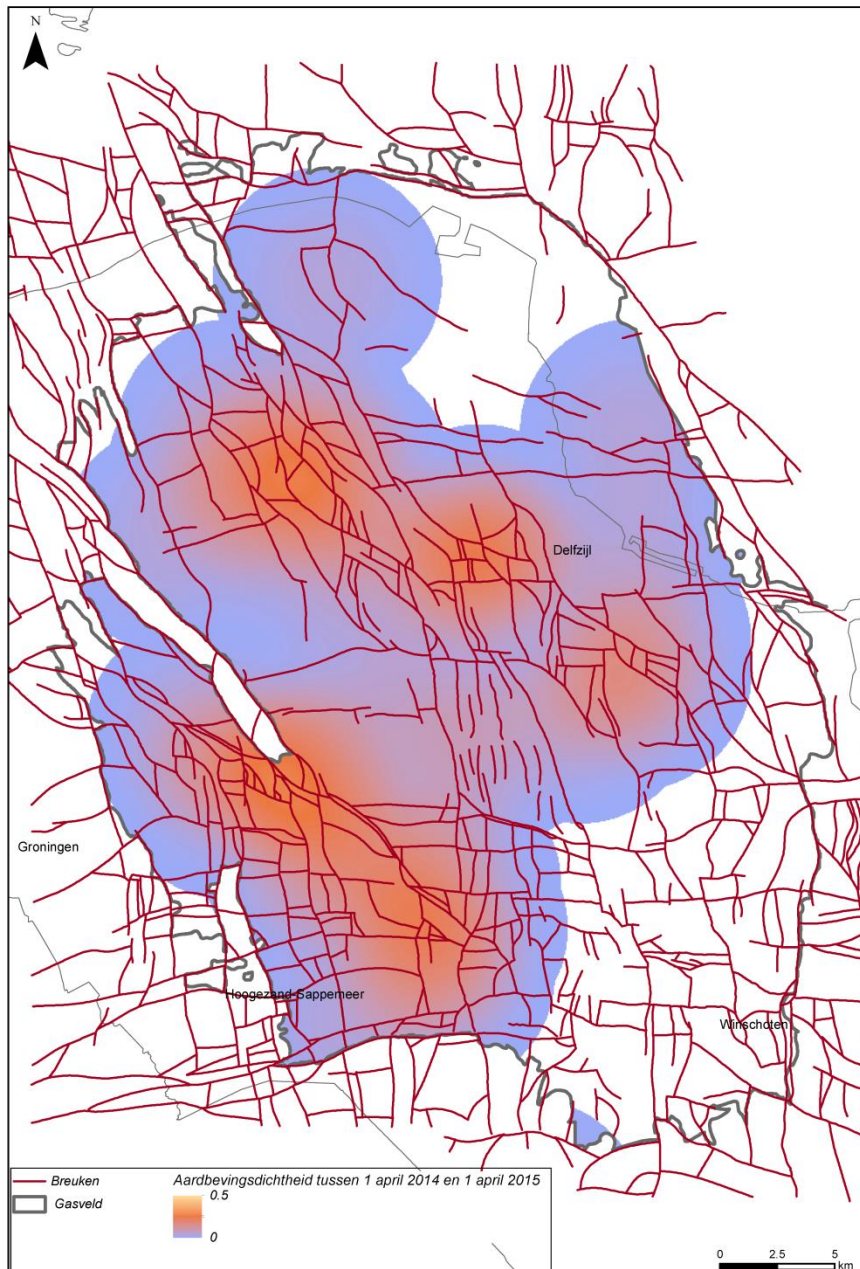


Figuur 1. Compactieveld (m) in 2013. In rood de contour van het gasveld, in zwart de breuken in het geologische model (NAM 2013). Daarnaast zijn de locaties van de bevingen geplot met hun magnitudes.

Datum
22 juni 2015

Onze referentie
AGE 15-10.036

Blad
5/8

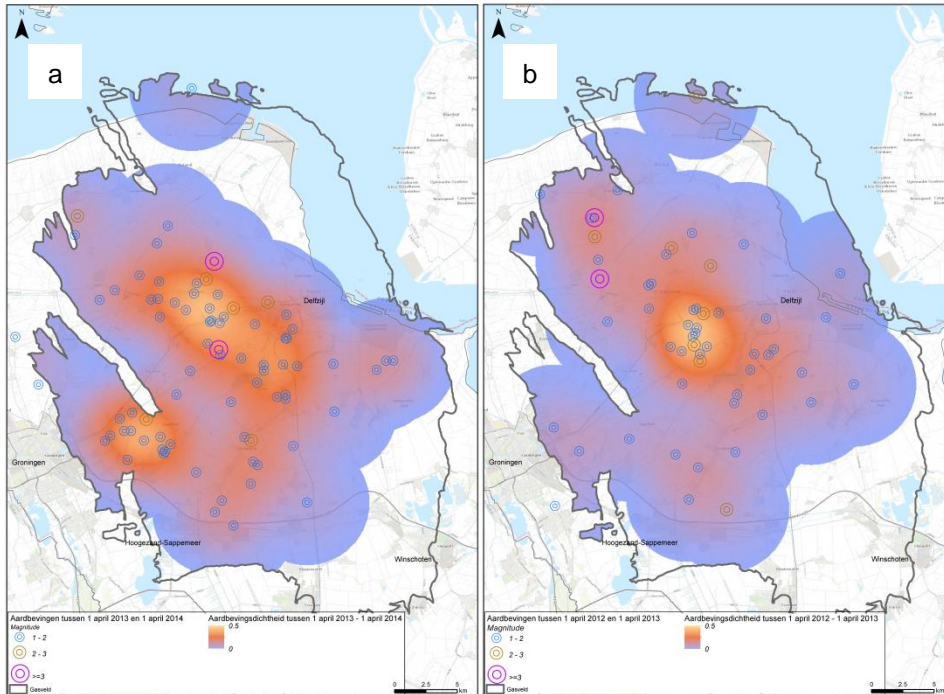


Figuur 2. Aardbevingsdichtheid (aantal bevingen per km²) vanaf 1 april 2014 tot 1 april 2015 met de breuken in het reservoir (donkerrood).

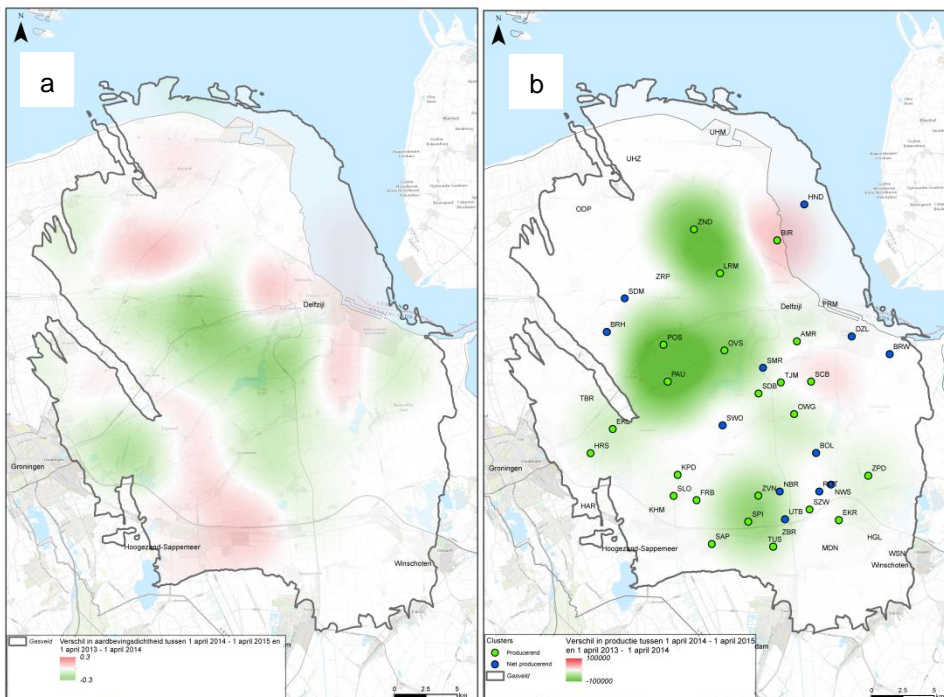
Datum
22 juni 2015

Onze referentie
AGE 15-10.036

Blad
6/8



Figuur 3a. Aardbevingsdichtheid (aantal bevingen per km²) vanaf 1 april 2013 tot 1 april 2014 en b). Aardbevingsdichtheid (aantal bevingen per km²) vanaf 1 april 2012 tot 1 april 2013.



Figuur 4a. Verschil in aardbevingsdichtheid tussen 1 april 2014 tot 1 april 2015 (Figuur 2) en 1 april 2013 tot 1 april 2014 (Figuur 3b) en b) Verschil in productie in dezelfde periode (1 april 2014 tot 1 april 2015 vergeleken met 1 april 2013 tot 1 april 2014).

Datum
22 juni 2015

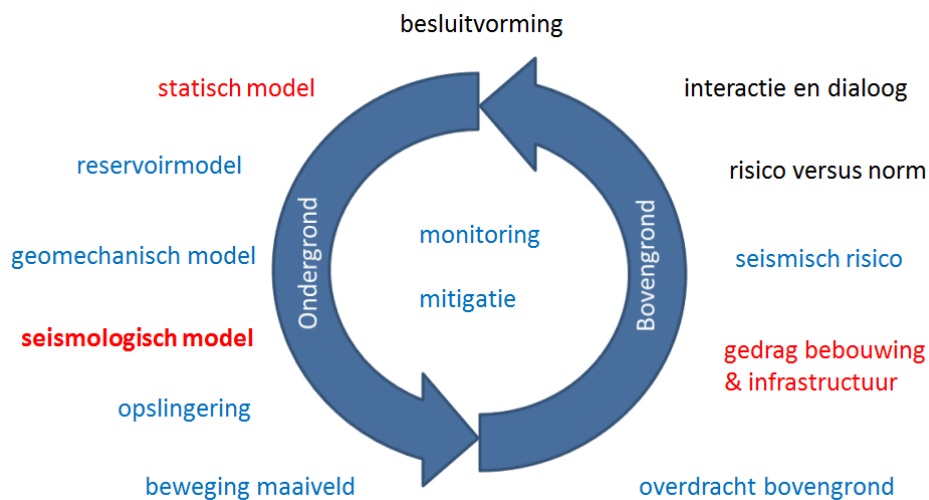
Onze referentie
AGE 15-10.036

Blad
7/8

Een Hand aan de Kraan procedure voor Groningen

TNO vindt het belangrijk om de bevindingen in een breder perspectief te plaatsen. Als kader daarvoor wordt een Hand aan de Kraan principe gebruikt, dat kan dienen voor beheersing van het seismisch risico. De huidige zwakste schakels in een Hand aan de Kraan procedure worden kort aangegeven en toegelicht.

Voor het beheersen van het seismisch risico kan een Hand aan de Kraan procedure worden ingesteld, naar het voorbeeld van de bodemdaling in de Waddenzee door de gaswinning. Figuur 5 laat zien hoe een Hand aan de Kraan cyclus eruit zou kunnen zien voor de gaswinning in Groningen. Het Hand aan de Kraan principe houdt een interactie in tussen de oorzaken in de ondergrond en de gevolgen aan de bovengrond. Daarbij spelen productiestrategie, mitigatie en monitoring een belangrijke rol.



Figuur 5. Hand aan de Kraan principe voor geïnduceerde seismiciteit, uitgewerkt vanuit het technische perspectief. De technische aspecten (blauw) en de politieke aspecten (zwart) zijn aangegeven, alsmede de technisch zwakste schakels (rood) op dit moment.

Het Hand aan de Kraan principe is gebaseerd op het voorzorgsbeginsel. In de kring worden zowel technische (blauw) als politieke (zwart) elementen beschouwd. Het technische deel loopt van het statische model naar het seismisch risico. Als het seismische risico binnen de norm valt, hoeft de bestaande besluitvorming niet te worden aangepast. Als dit echter niet het geval is, kunnen preventieve of mitigerende maatregelen worden genomen. Een voorbeeld van een preventieve maatregel is een productieaanpassing. Voorbeelden van een mitigerende maatregelen zijn injectie van stikstof of versterking van bestaande gebouwen.

Zwakste schakels

Het niet technische deel laten we hier buiten beschouwing.

Gegeven de bevindingen in het TNO rapport van 28 mei jl. zijn op dit moment de technisch zwakste schakels in een Hand aan de Kraan procedure:

- Het seismologisch model. Hierin wordt het verband gelegd tussen compactie in het reservoir en het optreden van bevingen naar aantal en sterkte. Breuken zijn belangrijk voor het optreden van bevingen en dienen expliciet te worden meegenomen in dergelijke modellen.
- Het statisch model. De berekening van het geactualiseerde compactieveld geeft tevens als resultaat dat delen van het statisch model van het Groningen veld herziening behoeven (porositeitsverdeling).
- Gedrag bebouwing en infrastructuur. Op dit moment bestaat er een gebouwendatabase voor Noord Nederland (te koop bij het bedrijf Dataland). Daarin wordt met een beperkt aantal bouwencategorieën gewerkt. Relevante informatie over gebouwen, uitgesplitst naar kwetsbaarheids categorieën per locatie, mist. NAM en ARUP werken aan verdere uitbreiding van deze database. Als de uitbreiding op termijn beschikbaar zou komen, kunnen onafhankelijke analyses worden gemaakt.

Datum

22 juni 2015

Onze referentie

AGE 15-10.036

Blad

8/8