



> Retouradres Postbus 24037 2490 AA Den Haag

De Minister van Economische Zaken  
Postbus 20401  
2500 EK Den Haag

**Staatstoezicht op de Mijnen**

**Bezoekadres**

Henri Faasdreef 312  
2492 JP Den Haag

**Postadres**

Postbus 24037  
2490 AA Den Haag

T 070 379 8400 (algemeen)  
F 070 379 8455 (algemeen)

sodm@minez.nl  
www.sodm.nl

**Behandeld door**

5.1.2e

T 5.1.2e

**Ons kenmerk**  
16188895

**Ons kenmerk**

**Kopie aan:**  
DG ETM  
NAM

**Bijlage(n)**  
2

Datum 16 december 2016  
Betreft Halfjaarlijkse rapportage ontwikkeling seismiciteit in Groningen

Excellentie,

Met deze brief breng ik u op de hoogte van de bevindingen van Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) naar aanleiding van de meet- en monitoringsrapportage van de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (NAM). NAM rapporteert, conform het instemmingsbesluit winningsplan Groningen, van 1 oktober 2016 (instemmingsbesluit), twee keer per jaar aan de Inspecteur-generaal der Mijnen over de ontwikkeling van seismiciteit en de voorgenomen beheersmaatregelen. SodM ziet toe op de correcte uitvoering van het instemmingsbesluit. In dit kader monitort SodM ook of de grenswaarden voor seismiciteit zijn overschreden, of NAM de opgelegde beheersmaatregelen uitvoert en adviseert indien nodig de minister over additionele beheersmaatregelen.

Tegelijkertijd informeer ik u over de resultaten van een vervolgstudie die SodM uit heeft laten voeren door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) naar het effect van het verminderen van de seizoensfluctuatie op de bevingfrequentie. Tot slot ga ik in op het verzoek van SodM aan NAM om nader onderzoek te doen naar de aanleiding van de recente bevingen begin november 2016 in Groningen.

**SodM adviseert geen additionele beheersmaatregelen o.b.v. meet en monitoringsrapportage 11 november 2016**

SodM deelt de conclusie van NAM dat de seismische activiteit het afgelopen gasjaar is afgenomen, en dat zowel de aardbevingsdichtheid als de grondversnellingen het afgelopen gasjaar binnen de grenswaarden zoals vastgelegd in artikel 5.4 van het instemmingsbesluit zijn gebleven (bijlage 1, tabel 1 en 2).

NAM heeft in het afgelopen gasjaar de beheersmaatregelen zoals vastgelegd in de uitspraak van de Staatsraad van 24 november 2015 uitgevoerd. SodM ziet geen aanleiding u te adviseren aanvullende beheersmaatregelen te nemen.

Dit concludeert SodM op basis van de meet- en monitoringsrapportage van NAM en haar eigen evaluatie. SodM laat hiervoor maandelijks door TNO de aardbevingsdichtheidskaarten actualiseren. SodM heeft de meet- en monitoringsrapportage van NAM geverifieerd op basis van deze onafhankelijke TNO rapportage en de door KNMI gerapporteerde seismische activiteit en grondversnellingen.

### **CBS onderzoek ondersteunt argumentatie advies SodM winningsplan Groningen 2016**

CBS heeft in opdracht van SodM een vervolgstudie uitgevoerd naar het effect van het verminderen van de seizoensfluctuatie op de bevingsfrequentie. Deze vervolgstudie bouwt voort op de voorgaande studie waarbij de bevingen tot 29 augustus 2016 zijn geactualiseerd. Het CBS onderzoek concludeert dat naast vermindering van de gasproductie ook de vermindering van de seizoensfluctuatie heeft bijgedragen aan de verlaging van de bevingsfrequentie. Deze conclusie ondersteunt het advies van SodM in het advies winningsplan Groningen 2016 om productiefleuctuaties zoveel als mogelijk te vermijden.

### **SodM verzoekt NAM recente bevingen in Groningen nader te onderzoeken**

De recente bevingen in Wirdum, Garrelsweer en Oosterwijtwerd zijn aanleiding geweest voor SodM om TNO te verzoeken de aardbevingsdichtheidkaarten te actualiseren tot 1 december. SodM constateert dat toevoeging van deze data niet leidt tot een overschrijding van de grenswaarde vastgelegd in het instemmingsbesluit. Ook de grondversnellingen van deze bevingen hebben de grenswaarde niet overschreden. Desalniettemin heeft SodM NAM verzocht nader onderzoek te doen naar de seismiciteit in het gebied Slochteren, Siddeburen, Wirdum en Garrelsweer. Hierin verzoekt SodM NAM nadrukkelijk nader te kijken naar de relatie tussen seismiciteit en de wijze waarop het gas gewonnen wordt in dit specifieke gebied. SodM heeft NAM verzocht de resultaten van dit onderzoek in de volgende halfjaarlijkse rapportage van 1 mei 2017 op te nemen.

In de bijlagen bij deze brief treft u een SodM overzicht van de ontwikkeling van de seismiciteit (bijlage 1) en de rapportage van de NAM (bijlage 2) welke op 11 november bij mij is ingediend.

Ik hoop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Met vriendelijke groet,

5.1.2e

drs. H.A.J.M. van der Meijden, MBA  
Inspecteur-generaal der Mijnen

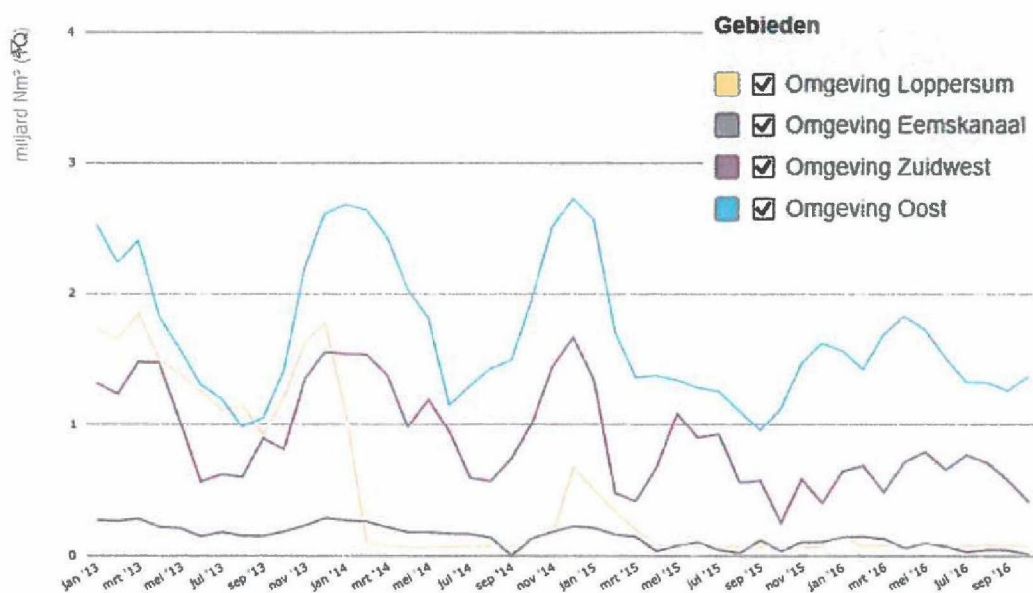


# Bijlage 1: Ontwikkeling van de seismiciteit in het Groningen gasveld

## A. Resultaten verificatie meet- en monitoringsrapportage

### Productie NAM verlaagd en minder seizoensfluctuaties sinds maart 2015

Figuur 1 laat het maandelijks niveau van winning sinds 2013 zien. In het gasjaar 2015/2016 is 26,98 miljard Nm<sup>3</sup> uit het Groningen gasveld gewonnen. De productie uit de Loppersumclusters is beperkt gebleven tot 0,94 miljard Nm<sup>3</sup> en de productie uit Eemskanaal tot 0,98 miljard Nm<sup>3</sup>. Dit is in lijn met de uitspraak van de Staatraad op 24 november 2015. NAM geeft hiermee uitvoering aan de beheersmaatregelen in deze uitspraak.

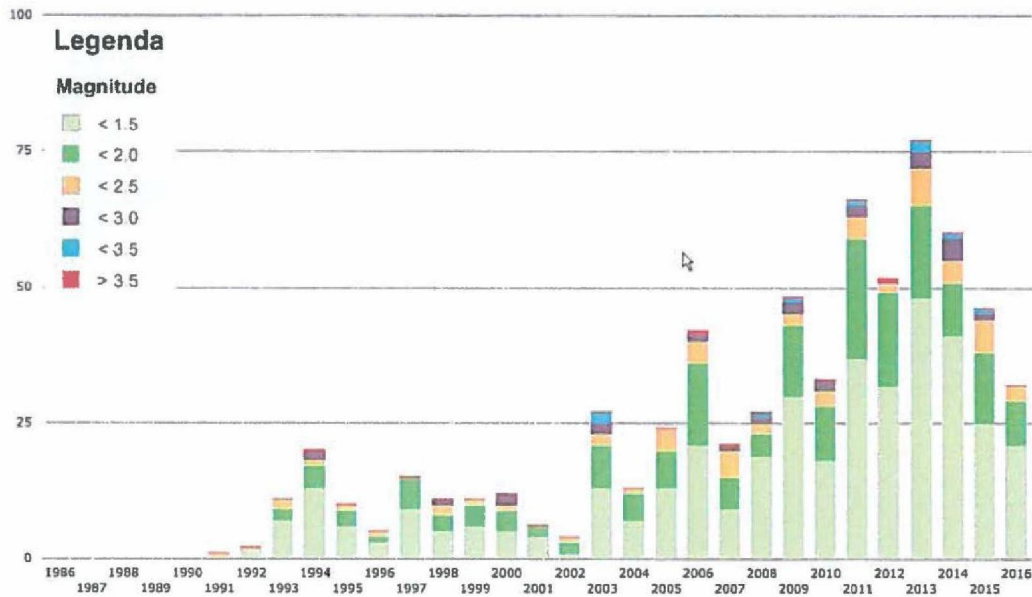


Figuur 1: Maandelijks niveau van gaswinning uit de Groningen productieclusters sinds 2013. Bron: [www.nam.nl](http://www.nam.nl).

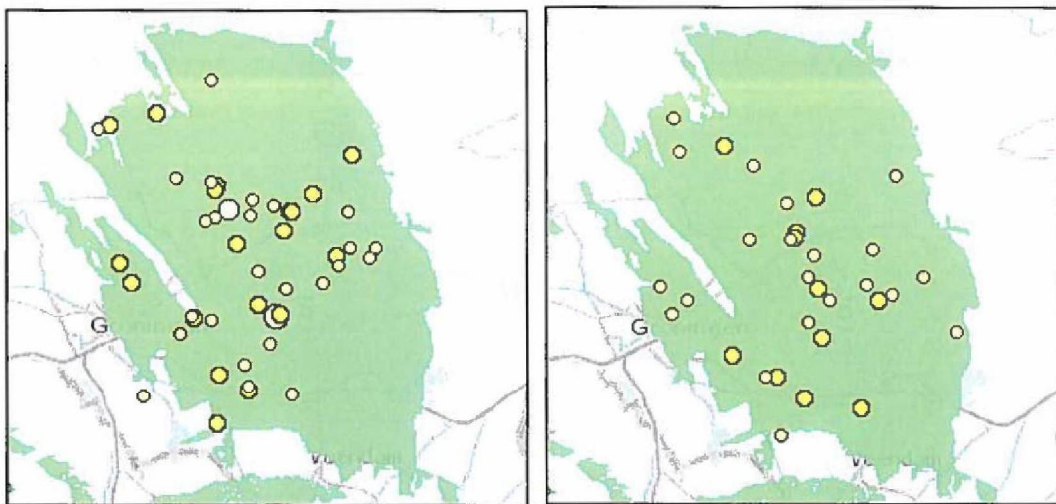
### Afname van sterkte en aantal bevingen

Figuur 2 geeft inzicht in het aantal bevingen per jaar en de sterkte van de bevingen. In het gasjaar 2015/2016 zijn 13 bevingen met een sterkte van 1,5 en hoger waargenomen. In 2016 zijn tot en met 2 december 2016 11 bevingen met een sterkte van 1,5 en hoger waargenomen, waarvan 3 bevingen een sterkte tussen 2,0 en 2,5 hadden. Het aantal aardbevingen met een sterkte van 1,5 of hoger ligt aanzienlijk lager dan NAM voorspeld had bij het in 2016 gerealiseerde productieniveau van 27 miljard Nm<sup>3</sup>. NAM verwachtte 22 bevingen.

Figuur 3 laat zien waar de bevingen geweest zijn in 2015 en 2016. Vooral in de regio rond Appingedam (noordoostelijke deel van het Groningen veld) zijn in 2016 minder bevingen geweest.



Figuur 2: Geregisteerde bevingen in het Groningen gasveld. Aantallen geregisteerde bevingen per jaar van 1,0 en hoger. Bron: [www.nam.nl](http://www.nam.nl) & [www.knmi.nl](http://www.knmi.nl).



Figuur 3: Ruimtelijke verdeling van de aardbevingen met een sterkte van 1,0 of hoger in 2015 (links) en 2016 (rechts; tot 2 december). Het formaat van de cirkels geeft de sterkte van elke beving aan. Bron: [www.nam.nl](http://www.nam.nl) en [www.knmi.nl](http://www.knmi.nl).



## B. Controle op overschrijding grenswaarden winningsplan Groningen

In artikel 5.4 van het instemmingsbesluit winningsplan Groningen heeft de Minister van Economische Zaken een grenswaarde voor de aardbevingsdichtheid en de grondversnelling ten gevolge van bevingen vastgelegd. Sindsdien controleert SodM de aardbevingsdichtheid maandelijks. Wij gebruiken hiervoor door TNO aangeleverde aardbevingsdichtheidskaarten. Deze kaarten geven inzicht in de aardbevingsdichtheid gemeten over een periode van 12 maanden. Tevens controleert SodM na elke beving met een sterkte van 2,0 of groter de maximale grondversnelling. SodM controleert hiermee of NAM de grenswaarden van het winningsbesluit overschrijdt.

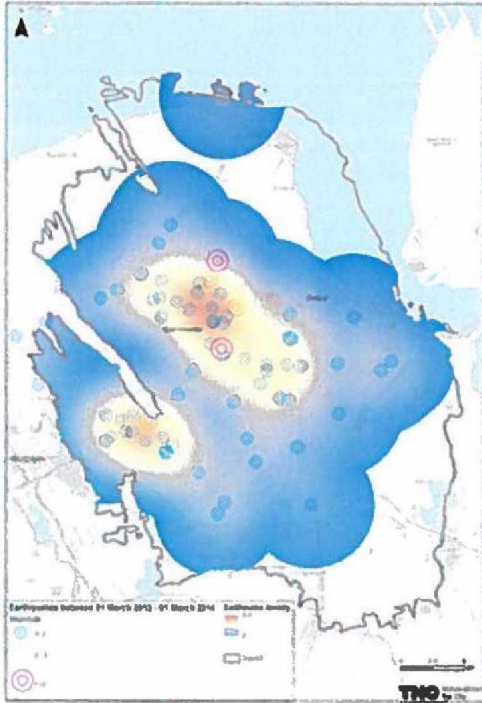
### Aardbevingsdichtheid Groningen gasveld is verder afgenomen

Figuur 4 geeft inzicht in de ontwikkeling van de aardbevingsdichtheid in de afgelopen jaren. De aardbevingsdichtheid in het Groningen gasveld is de afgelopen maanden gemeten over een heel jaar verder afgenomen tot een hoogste dichtheid van 0,17 bevingen/km<sup>2</sup>/jaar (zie tabel 1). De november 2016 bevingen bij Wirdum, Garrelsweer en Oosterwijdwerd zijn niet meegenomen in de NAM rapportage, maar wel geanalyseerd door SodM. Figuur 5 laat zien dat de hoogste aardbevingsdichtheid ligt in het gebied tussen Slochteren, Siddeburen, Wirdum en Garrelsweer. SodM constateert dat dit gebied iets naar het noorden uitgebreid is. De hoogste aardbevingsdichtheid in het Groningen gasveld neemt echter niet toe en blijft met 0,17 onder de grenswaarde van 0,25 bevingen/km<sup>2</sup>/jaar.

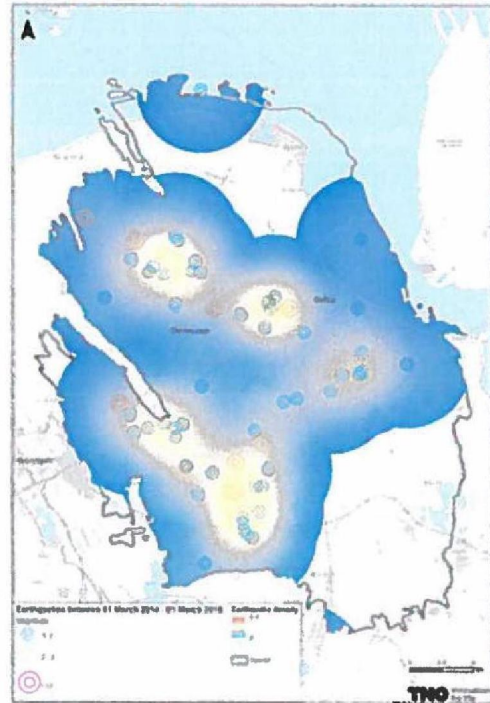
SodM heeft NAM gevraagd om te onderzoeken hoe de relatie is tussen de ontwikkeling van de seismiciteit in dit specifieke gebied en de manier waarop het gas gewonnen wordt. Daarnaast zal SodM er bij NAM op aandringen om in de uitwerking van de optimalisatie van de verdeling van de productie uit oopgpunt van seismisch risico extra aandacht aan deze regio te besteden.

Tabel 1: Overzicht ontwikkeling maximale dichtheid over de afgelopen 9 maanden. Let op de locatie van het maximum varieert in de tijd (zie figuur 1.5).

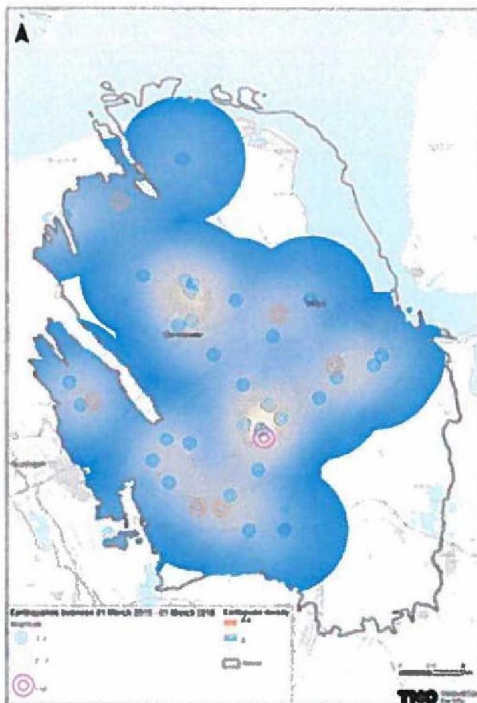
Periode	Maximale dichtheid (bevingen/km <sup>2</sup> /jaar)
1 april 2015 - 1 april 2016	0,19
1 mei 2015 - 1 mei 2016	0,22
1 juni 2015 - 1 juni 2016	0,19
1 juli 2015 - 1 juli 2016	0,19
1 augustus 2015 - 1 augustus 2016	0,19
1 september 2015 - 1 september 2016	0,19
1 oktober 2015 - 1 oktober 2016	0,17
1 november 2015 - 1 november 2016	0,17
1 december 2015 - 1 december 2016	0,17



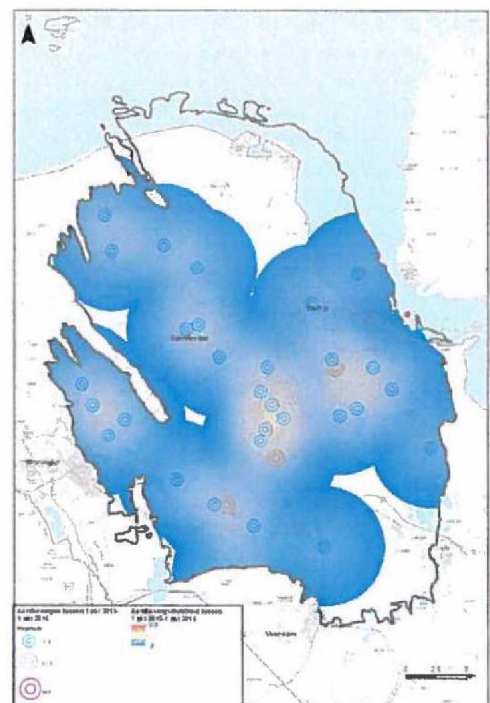
3/2013 – 3/2014



3/2014 – 3/2015



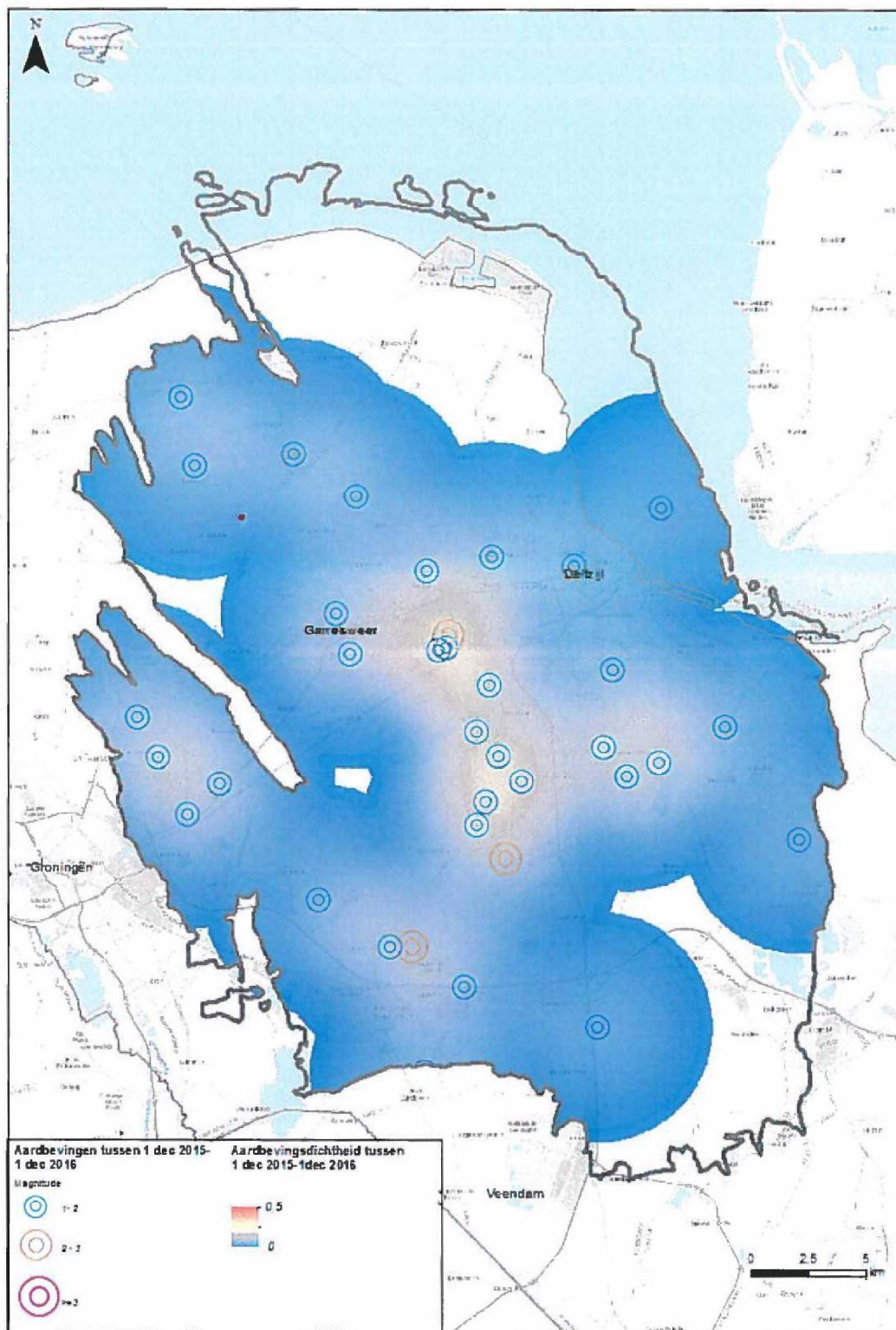
3/2015 – 3/2016



10/2015 – 10/2016

Figuur 4: Ontwikkeling van de aardbevingsdichtheid in de afgelopen jaren. De figuur rechtsonder geeft de aardbevingsdichtheid voor het gasjaar 2015/2016 weer.





Figuur 5: Aardbevingsdichtheid tussen 1 december 2015 en 1 december 2016, waarbij de recente bevingen bij Wirdum (2-11-2016, M=1,9 & M=2,2; 8-11-2016, M=1,4), Garrelsweer (20-11-2016, M=1,2) en Oosterwijtwerd (20-11-2016, M=1,6) zijn meegenomen.



## Grondversnellingenruim binnen grenswaarden

Het KNMI rapporteert de grondversnellingen voor bevingen met een sterkte vanaf 2.0. In het instemmingsbesluit is een grenswaarde vastgelegd voor de maximale horizontale grondversnelling van 0,05g. In het gasjaar 2015/2016 zijn er 3 bevingen geweest met een sterkte van 2.0 of groter. Daarnaast heeft op 2 november 2016 bij Wirdum nog een beving met een sterkte van 2,2 plaats gevonden. In tabel 2.0 worden de bevingen en de maximale horizontale grondversnelling weergegeven. Bij geen van de bevingen is de grenswaarde van 0,05g overschreden.

Tabel 2: overzicht van de bevingen met een sterkte > 2.0 inclusief de maximale grondversnelling voor elke beving

Datum & tijdstip	Locatie	Sterkte	Maximale grondversnelling		Afstand tot epicentrum
			[cm/s <sup>2</sup> ]	[g]	[km]
25-2-2016 21:26	Froombosch	2,4	21,027	0,0221	1,1
30-10-2015 17:49	Meedhuizen	2,3	8,527	0,0087	1,77
02-09-2016 13:16	Hellum	2,1	4,661	0,0048	2,4
01-11-2016 00:57	Wirdum	2,2	7,846	0,0080	2,23

Bijlage 2: NAM rapportage Gaswinning  
Groningen. Analyses van de  
ontwikkeling van seismiciteit en van de  
voorgestelde beheersmaatregelen  
Rapportage periode mei 2016 – september 2016

---

# Gaswinning Groningen

## Analyses van de ontwikkeling van seismiciteit en van de voorgestelde beheersmaatregelen

---

Rapportage periode mei 2016 – september 2016



[blanco]

pag. 2

*11112016 –Meet- en Regelprotocol rapportage, EP201611202389*

## Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4	pag. 3
2	Seismische Activiteit .....	5	
2.1	Activity rate .....	5	
2.2	Aardbevinglocaties en aardbevingsdichtheidkaart.....	7	
2.3	Grondbeweging.....	10	
2.4	Gebouwbeweging .....	11	
2.5	Statische analyse van de activity rate.....	12	
2.6	Verwachting van de ontwikkeling van seismische activiteit.....	12	
2.7	Beheersmaatregelen.....	13	
3	Productiegegevens.....	14	
3.1	Productie systeem.....	14	
3.2	Productie data.....	15	
4	Reservoirdrukken .....	18	
5	Schademeldingen.....	19	

## 1 Inleiding

Dit is het Meet-en Regelrapport zoals beschreven staat in artikel 5 van het Instemmingsbesluit Winningsplan Groningen. Dit artikel bepaalt dat de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. elk jaar op 1 mei en op 1 november een rapport uit brengt met daarin analyses van de ontwikkeling van de seismiteit en van de voorgestelde beheersmaatregelen. pag. 4

In hoofdstuk 2 van dit rapport wordt ingegaan op de seismiteit. Hoofdstuk 3 gaat in op de gemeten grond -en gebouwbevingen. In hoofdstuk 4 wordt de productie en de productieverdeling over het Groningenveld beschreven. En in het laatste hoofdstuk worden kerngetallen genoemd van schademeldingen.

In artikel 5, lid 4 van het Instemmingsbesluit worden grenswaarden gedefinieerd voor de aardbevingsdichtheid en de groundbeving. De opgenomen grenswaarden zijn als volgt gedefinieerd:

- a. Een aardbevingsdichtheid van maximaal 0.25 bevingen/km<sup>2</sup>/jaar, uitgaande van aardbevingen met een sterkte van 1.0 of hoger
- b. Een opgetreden grondversnelling van 0.05g, waarbij uitgegaan wordt van de maximale horizontale grondversnelling als gerapporteerd door het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut.

In hoofdstuk 2.3 wordt verder in gegaan op de aardbevinglocaties en aardbevingsdichtheid. De hoogste aardbevingsdichtheid in het gasjaar 2015/2016 is 0.15 bevingen/km<sup>2</sup>/jaar in het gebied tussen Hellum-Siddeburen-Steendam-de Pauwen.

In hoofdstuk 2.4 wordt ingegaan op de gemeten grondversnellingen, de hoogst opgetreden grondversnelling in het gasjaar 2015/2016 is 0.021 g geweest, gemeten bij de aardbeving bij Froombosch op 25 februari 2016 (meetstation Froombosch2, NL.BFB2 op 1.1 kilometer van het epicentrum van de aardbeving).



## 2 Seismische Activiteit

### 2.1 Activity rate

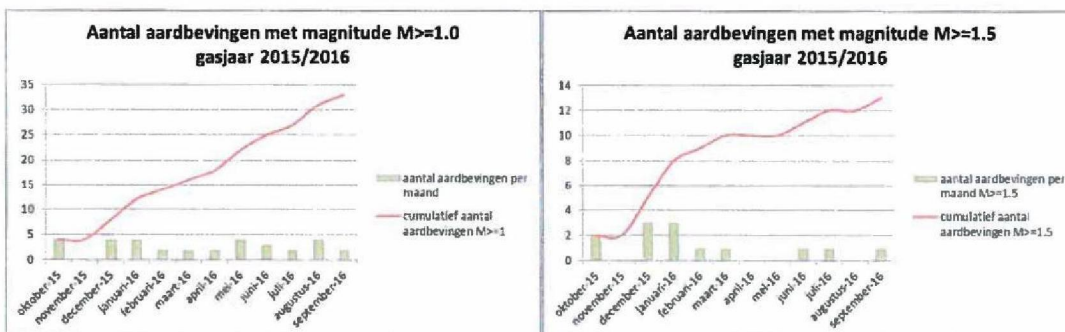
Boven het Groningen veld is het sinds 1995 operationele seismische meetnetwerk uitgebreid, het meetnetwerk is uitgebreid met 70 meetpunten. Het doel van deze uitbreiding was de vergroting van de nauwkeurigheid en gevoeligheid van het meetnetwerk. Elk meetstation bestaat uit een bovengronds geplaatste accelerometer voor het meten van groundbeweging en ondergronds geplaatste geofoons voor nauwkeurige plaatsbepaling en aardbevingssterkte. Alle in dit hoofdstuk gerapporteerde meetdata is ontleend aan en terug te vinden op de website van het KNMI (<http://www.knmi.nl/nederland-nu/seismologie/aardbevingen>). pag. 5

Er zijn in de afgelopen 12 maanden 33 aardbevingen gemeten met een magnitude groter of gelijk aan 1.0, in Tabel 1 en Figuur 1 is een overzicht van het aantal aardbevingen per maand opgenomen. De gevoeligheid van het seismische meetnetwerk is na de uitbreiding met 70 nieuwe stations toegenomen waardoor vanaf 2014 alle aardbevingen met een magnitude groter dan 1.0 op de schaal van Richter worden geregistreerd. Voor 2014 was het meetnetwerk in staat om bevingen met een magnitude van 1.5 te registreren. Figuur 2 toont het aantal geregistreerde aardbevingen vanaf gasjaar 2009/2010, in deze figuur is als gevolg hiervan onderscheid gemaakt in het aantal bevingen met een magnitude groter dan 1.5.

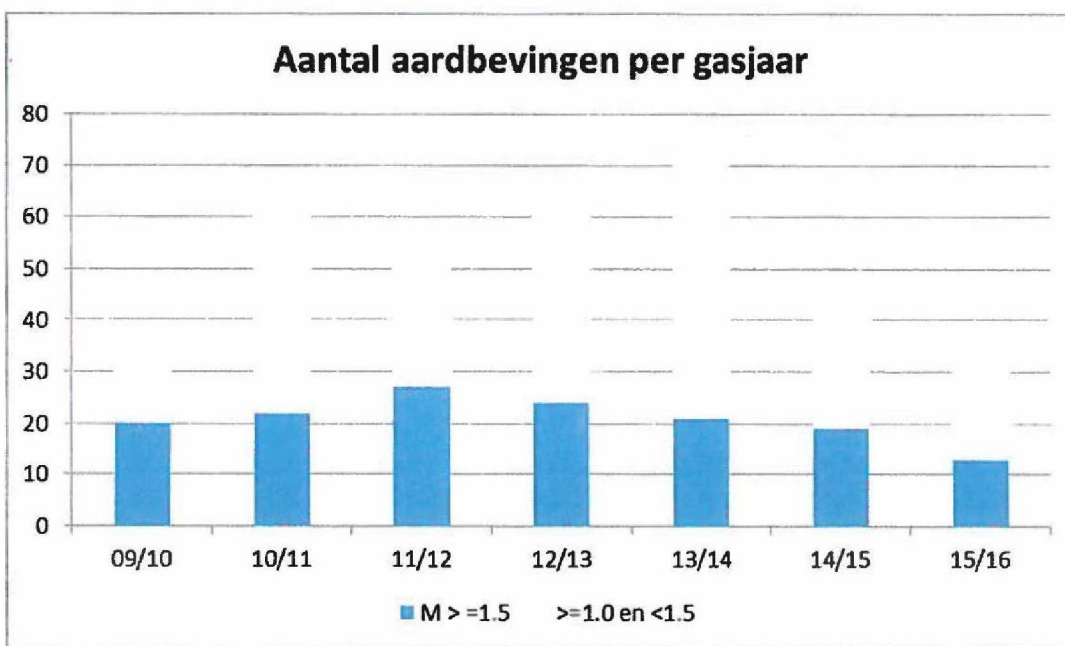
In de afgelopen 12 maanden zijn 3 aardbevingen gemeten met een magnitude groter dan 2.0; Figure 3 toont een histogram van de gemeten aardbevingen. Het totale aantal gemeten aardbevingen in deze periode was 70.

	Aantal aardbevingen			
	M >= 1	M >=1.5	M >=2.0	M >=2.5
oktober-15	4	2	1	
november-15				
december-15	4	3		
januari-16	4	3		
februari-16	2	1	1	
maart-16	2	1		
april-16	2			
mei-16	4			
juni-16	3	1		
juli-16	2	1		
augustus-16	4			
september-16	2	1	1	
<b>totalen</b>	<b>33</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>0</b>

Tabel 1 Aantal aardbevingen per maand



Figuur 1 Aantal aardbevingen in het gasjaar 2015/2016



Figuur 2 Aantal aardbevingen per gasjaar in de periode 2009/2010 tot 2015/2016. Na de uitbreiding van het seismische meetnetwerk is de gevoeligheid toegenomen waardoor vanaf 2014 alle aardbevingen met een magnitude groter dan 1.0 op de schaal van Richter worden geregistreerd. Voor 2014 was het meetnetwerk in staat om alle bevingen met een magnitude van 1.5 te registreren.

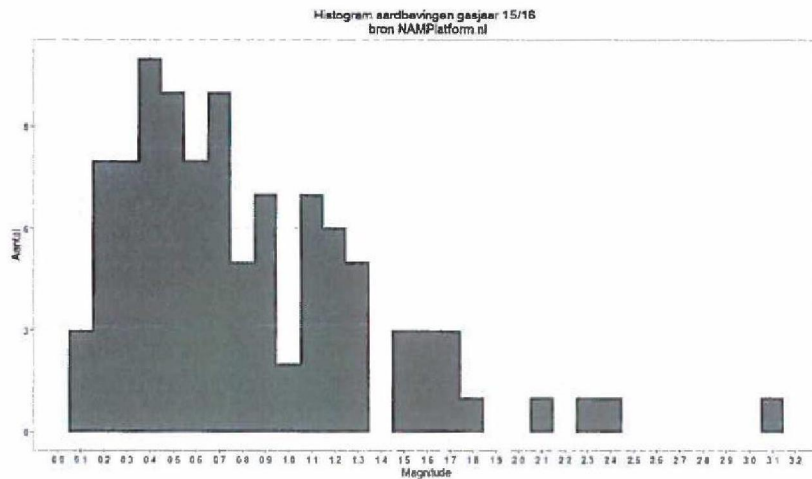


Figure 3 Histogram van de aardbevingen in het gasjaar 2015/2016

## 2.2 Aardbevinglocaties en aardbevingsdichtheidkaart

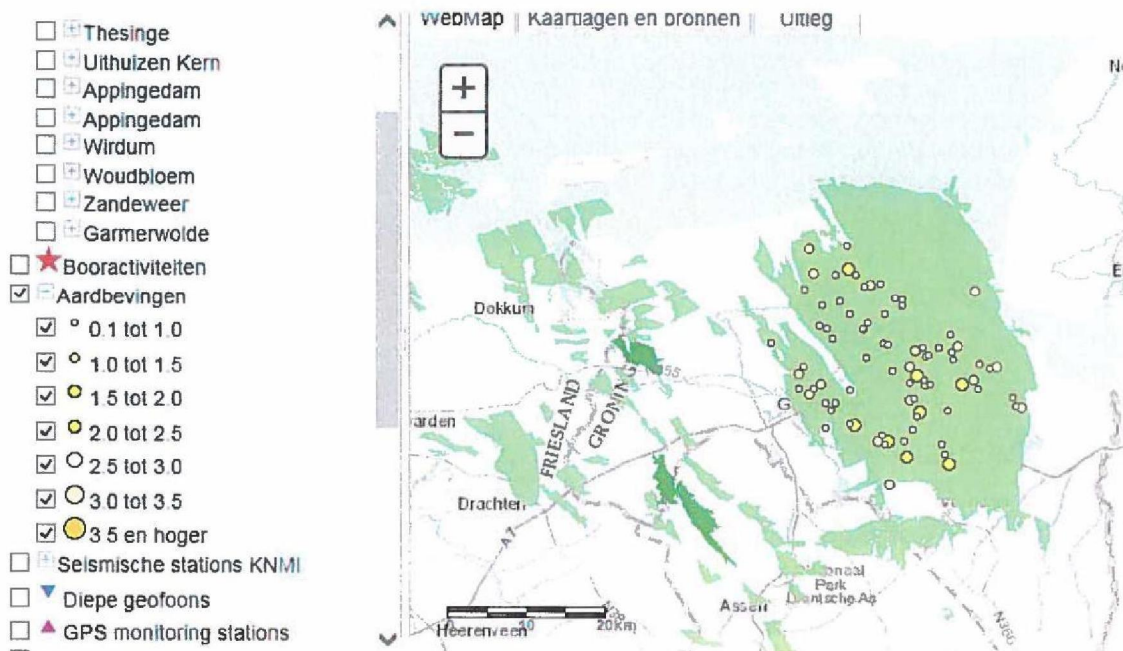
In Figuur 4 is een kaart opgenomen met daarop het epicentrum van in het gasjaar 2015/2016 geregistreeerde aardbevingen. De grootte van de cirkel is een maat voor de kracht van de aardbeving. Op NAMPlatform.nl is een interactieve kaart beschikbaar waarop onder andere deze informatie getoond kan worden.

De verdeling van deze aardbevingen over het gebied kan ook worden weergegeven op een aardbevingsdichtheidskaart. Op een aardbevingsdichtheidskaart wordt het aantal bevingen per vierkante kilometer getoond. Voor het berekenen van de aardbevingsdichtheid is de Quartic Kernel functie gebruikt zoals beschreven in het document DENSITY ESTIMATION FOR STATISTICS AND DATA ANALYSIS door B.W. Silverman.

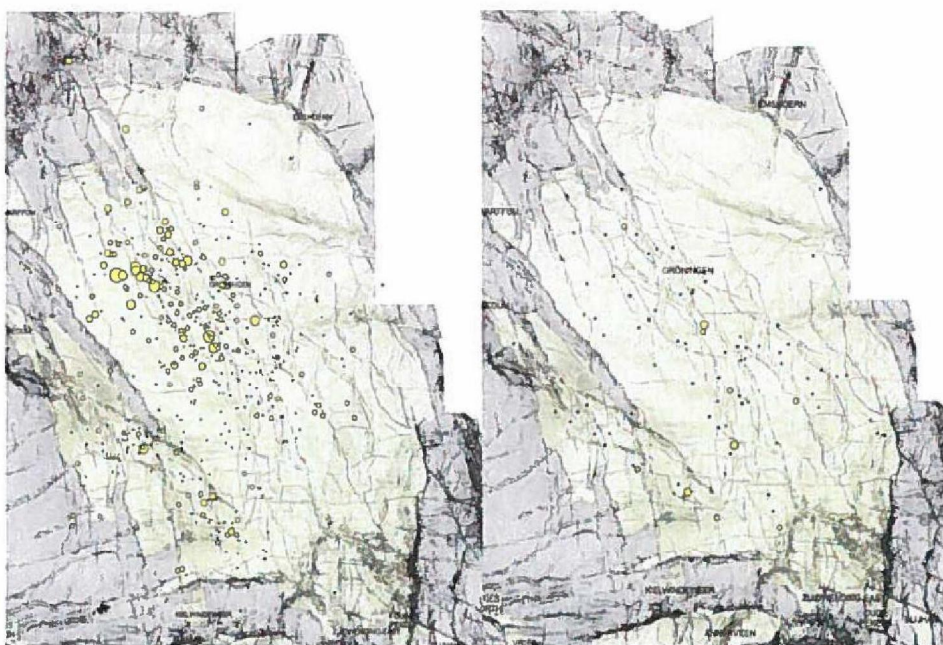
Figuur 6 toont een aardbevingsdichtheidskaart waarin alle geregistreeerde aardbevingen met een magnitude van 1.0 en hoger over het gasjaar 2015/2016 zijn opgenomen (de stippen) en de berekende aardbevingsdichtheid wordt getoond doormiddel van een kleurschaal. De aardbevingsdichtheid is met een waarde van ongeveer 0.15 aardbevingen per vierkante kilometer per jaar het hoogst in het gebied tussen Hellum-Siddeburen-Steendam-de Pauwen. In totaal 6 van de 33 bevingen met een magnitude groter dan 1.0 hebben in dit gebied plaatsgevonden.

De ontwikkeling van de aardbevingsdichtheid kan worden afgelezen in Figuur 7. In deze figuur wordt per kaartje de aardbevingsdichtheid getoond voor een periode van 12 maanden. De vermindering van de aardbevingsdichtheid over de afgelopen 24 maanden is duidelijk zichtbaar.





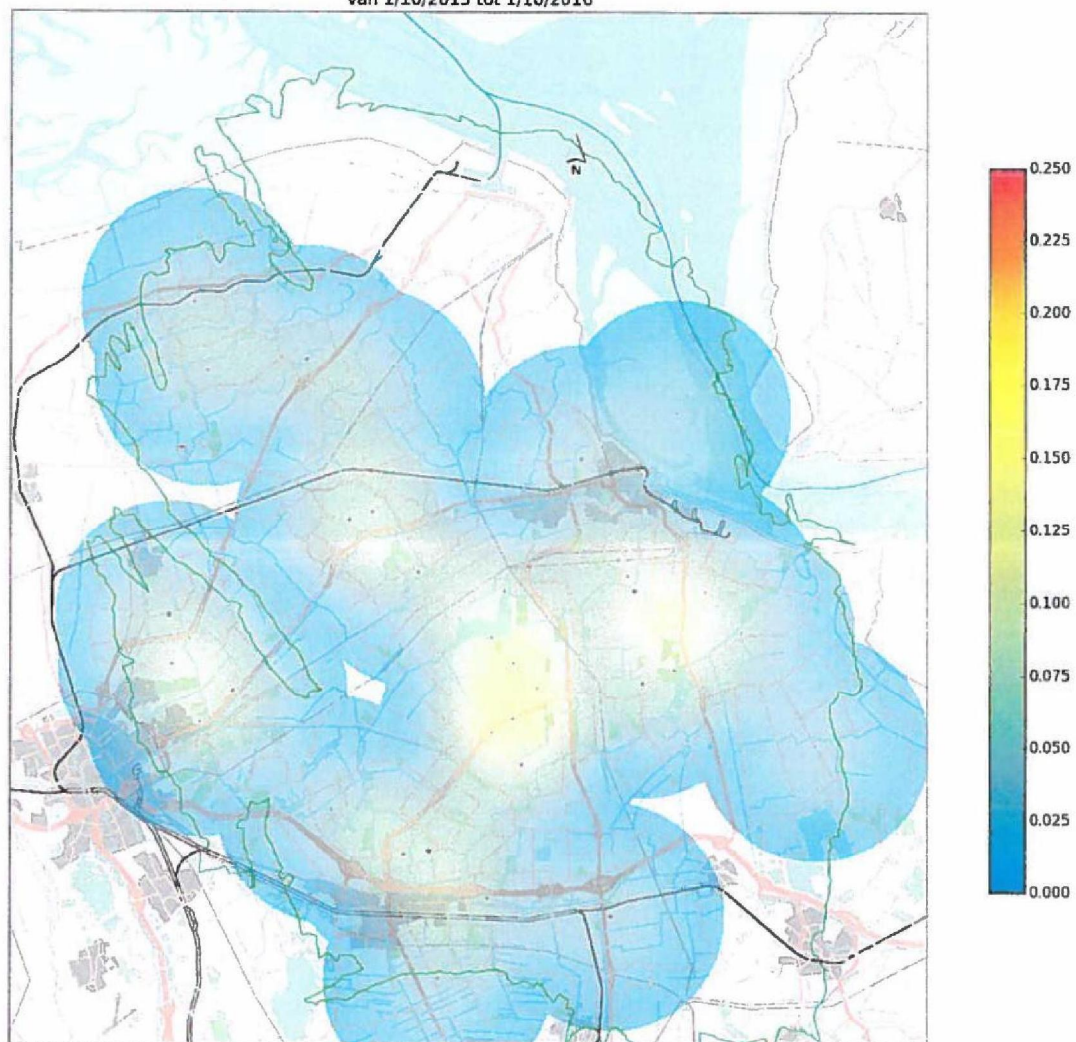
Figuur 4 Kaart met locaties van de aardbevingen in het gasjaar 2015/2016 (bron NAM platform)



Figuur 5b Links een kaart van het Groningengasveld met de belangrijkste breuken met daarop de locaties van alle geregistreerde aardbevingen in de periode 01/01/2003 tot 01/01/2013. Rechts dezelfde kaart met daarop alle geregistreerde aardbevingen in het gasjaar 2015/2016. Duidelijk zichtbaar is dat aardbevingen niet direct gekoppeld kunnen worden aan een of een aantal specifieke breuken, maar dat de bevingen wel lijken te correleren met breukzones.

Aardbevings dichtheid in bevingen/km<sup>2</sup>/jaar (M >= 1.0)

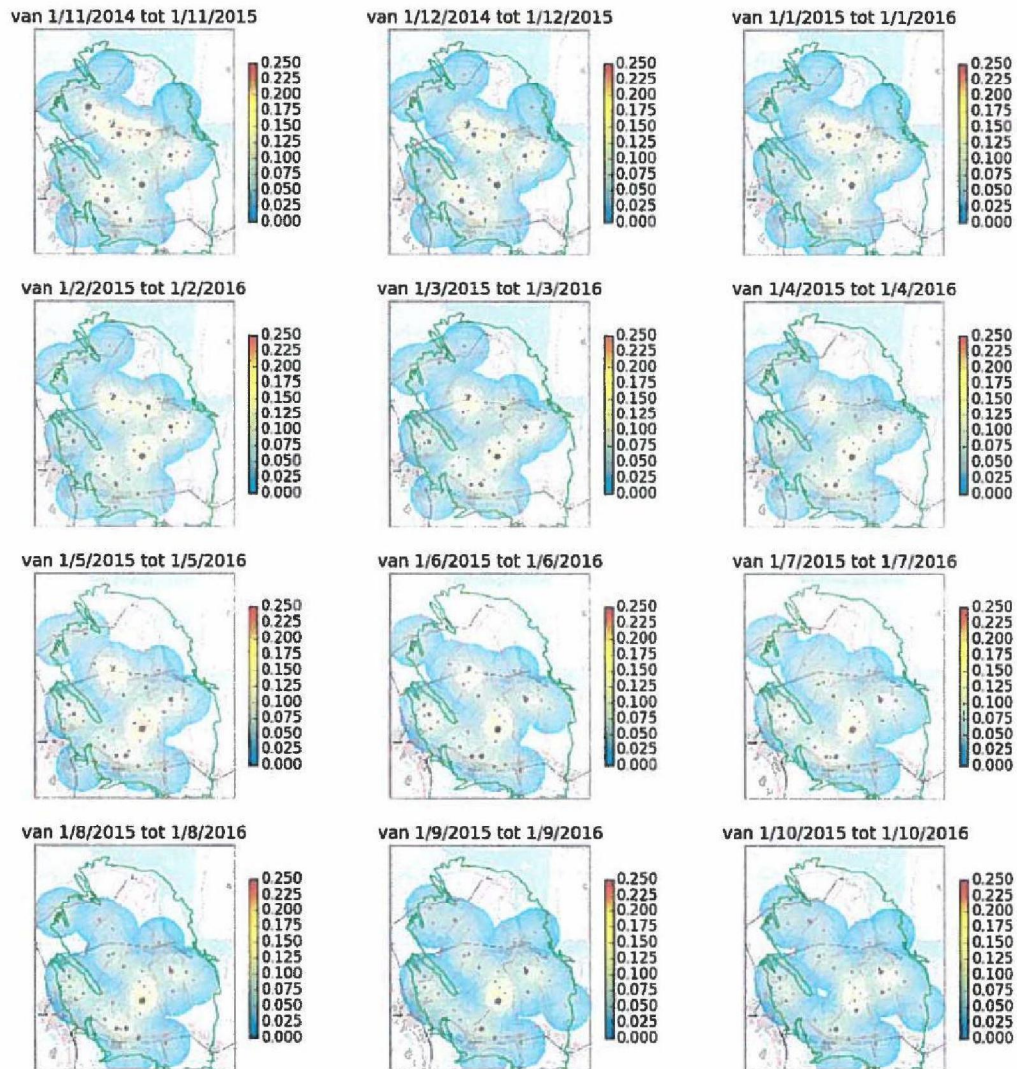
van 1/10/2015 tot 1/10/2016



Figuur 6 Aardbevingsdichtheidkaart voor gasjaar 2015/2016



## Aardbevings dichtheid in bevingen/km<sup>2</sup>/jaar (M >= 1.0)



pag. 10

Figuur 7 Aardbevingsdichtheidskaarten per jaar van 11/2014 tot 1/10/2016. Elke kaart bevat informatie van de in 12 maanden geregistreerde aardbevingen met een magnitude groter of gelijk aan 1.

### 2.3 Grondbeweging

De signaalparameter voor de door aardbevingen veroorzaakte grondbeweging is de grondversnelling (PGA of Peak Ground Acceleration). De PGA wordt uitgedrukt als fractie van de valversnelling (g), en wordt gemeten in drie richtingen, twee horizontale en een verticale richting. De hoogste door KNMI gemeten waarde in één van de

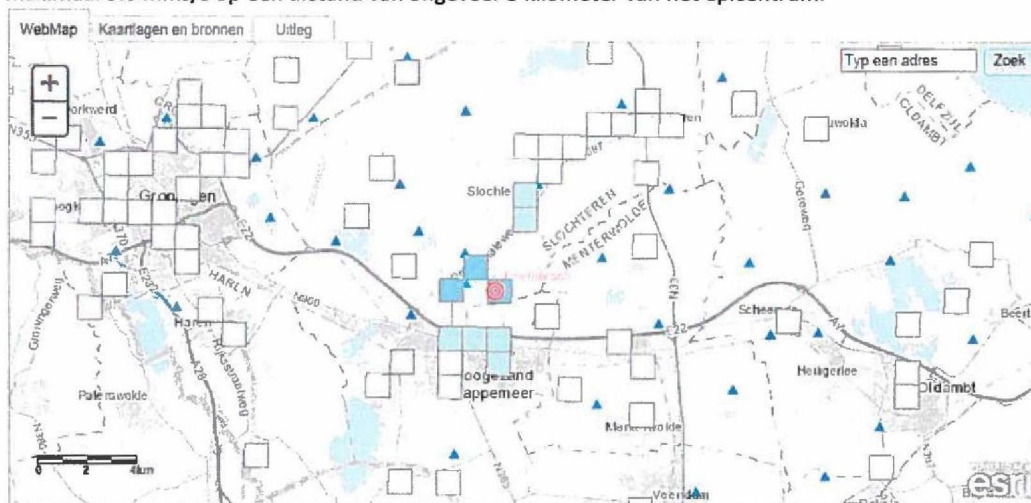
horizontale richtingen wordt gebruikt als signaalparameter, KNMI rapporteert PGA in  $\text{cm/s}^2$ . In Tabel 2 is een overzicht opgenomen van de gemeten grondversnelling van de alle aardbevingen met een magnitude van 2.0 of meer gemeten in het gasjaar 2015/2016. De hoogst gemeten grondversnelling is 0.021 g bij de aardbeving bij Froombosch op 25 februari 2016 (meetstation Froombosch2, NL.BFB2 op 1.1 kilometer van het epicentrum van de aardbeving.

Datum en tijdstip	Locatie	Magnitude	Gemeente	Maximale PGA		Afstand tot epicentre
				[in $\text{cm/s}^2$ ]	[in g]	[km]
25-02-2016 21:26	Froombosch	2.4	Slochteren	21.03	0.021	1.1
30-10-2015 17:49	Meedhuizen	2.3	Delfzijl	8.53	0.009	1.77
02-09-2016 13:16	Hellum	2.1	Slochteren	4.66	0.005	2.4

Tabel 2 Grondbeweging van alle aardbevingen met  $M \geq 2.0$  in het gasjaar 2015/2016 (bron KNMI)

## 2.4 Gebouwbeweging

Er is in afgelopen jaren tevens een gebouwsensoren netwerk aangelegd bestaande uit meer dan 300 meetpunten, dit meetnetwerk wordt door TNO beheerd. Op deze meetpunten zijn accelerometers geplaatst die de trillingen registreren in of nabij de fundaties van huizen. De meetgegevens worden gepubliceerd op [www.namplatform.nl](http://www.namplatform.nl). Er wordt onderscheid gemaakt tussen meetgegevens van publieke gebouwen en huizen in verband met privacy. De sensoren meten maximum snelheid ( $V_{top}$ ) in millimeter per seconde (mm/s). Figuur 8 toont de gebouwsensoruitslag bij de aardbeving van 25 februari in Froombosch. Om privacy redenen is niet de exacte locatie van het gebouw waarin de sensor zich bevindt getoond, maar de vierkante kilometer waarin het gebouw zich bevindt. De maximale gemeten gebouwsensoruitslag lag tussen 3.0 en 7.0 mm/s direct rond het epicentrum. En maximaal 3.0 mms/s op een afstand van ongeveer 3 kilometer van het epicentrum.



Figuur 8 afbeelding van de interactieve kaart met daarop aangegeven de maximale gemeten gebouwsensoruitslag als gevolg van de aardbeving bij Froombosch op 25 februari 2016 (bron NAMplatform.nl)

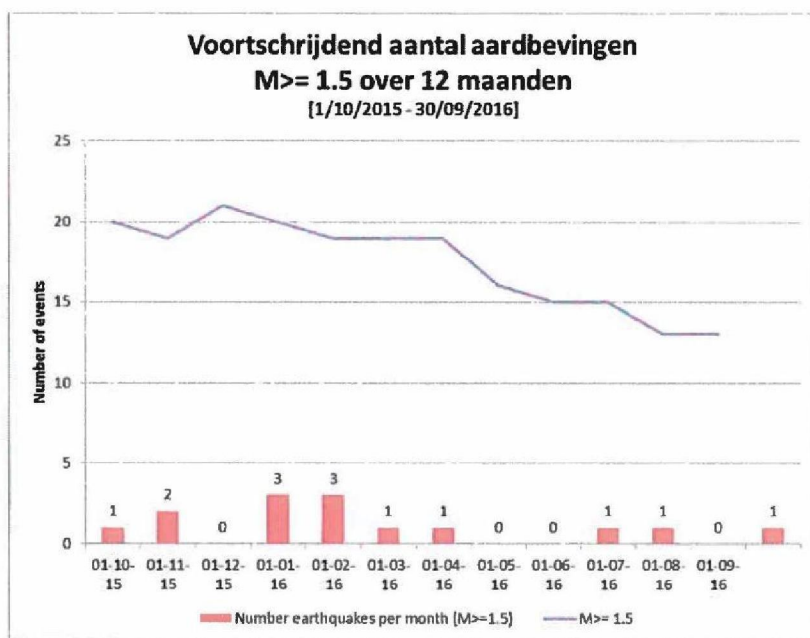


## 2.5 Statische analyse van de activity rate

Resultaten van het trend- en correlatie onderzoek zijn opgenomen in het onlangs afgeronde rapport 'Measuring changes in earthquake occurrence rates in Groningen update October 2016'. De belangrijkste conclusies uit dit rapport zijn dat met grote mate van zekerheid kan worden geconcludeerd dat de activity rate sinds 2014 boven het Groningenveld gedaald is, en dat dit niet het gevolg is van toeval. Daarnaast is er bewijs dat er regionale verschillen zijn in activity rate in het Groningen veld. Terwijl de activity rate in de regio Loppersum is gedaald, lijkt de activity rate in de Zuidwest regio iets gestegen te zijn. Als gevolg van het relatief kleine aantal events in de Zuidwest regio is het niet vast te stellen of dit het gevolg is van een verandering van gasproductie rates of toe te schrijven aan toeval.

## 2.6 Verwachting van de ontwikkeling van seismische activiteit

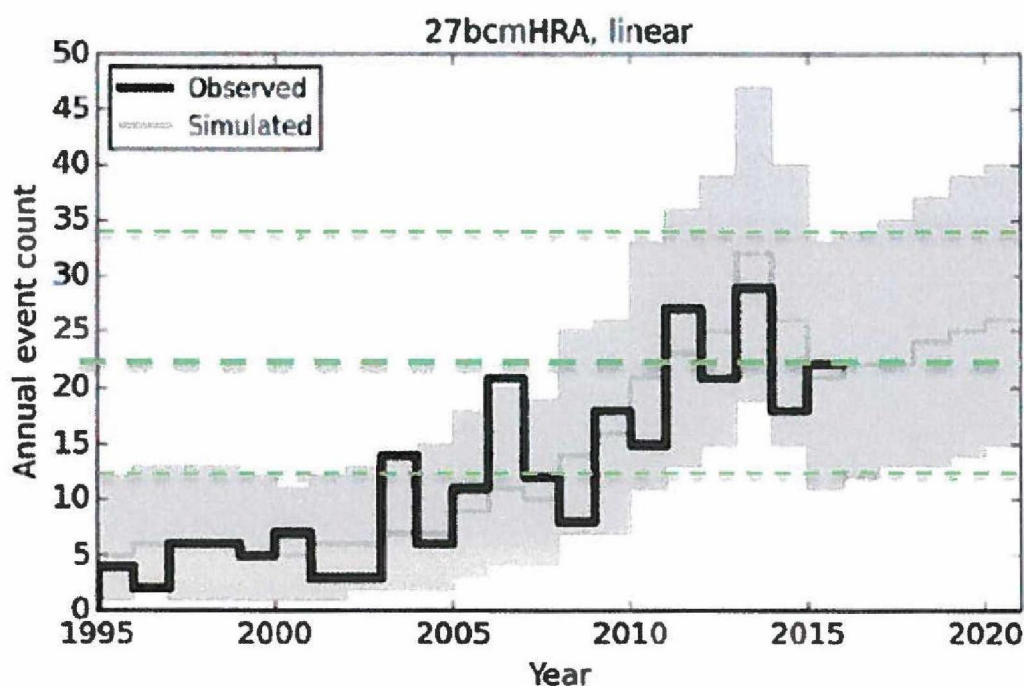
Het voortschrijdend aantal aardbevingen met een magnitude groter of gelijk aan 1.5 laat een dalende trend zien en is in de periode 1 oktober 2015 tot 30 september 2016 gelijk aan 13, zie Figuur 9. Het aantal te verwachten aardbevingen<sup>1</sup> in 2016 bij een onttrekking van 27 bcm uit het Groningenveld ligt tussen de 13 en 34 aardbevingen (95% betrouwbaarheids interval) met een verwachtingswaarde van 22. Het aantal geobserveerde bevingen valt binnen de onzekerheidsband van de modeluitkomsten. Hiermee wordt aangetoond dat met grote mate van zekerheid gesteld kan worden dat het seismische model het aantal aardbevingen niet onderschat.



Figuur 9 Voorschrijdend aantal aardbevingen met een magnitude groter of gelijk aan 1.5 over de laatste 12 maanden.

<sup>1</sup> In hoofdstuk 7 van het Technical Addendum to the Winningsplan 2016 wordt de verwachte ontwikkeling van het aantal bevingen met een magnitude groter of gelijk aan 1.5 getoond op basis van het door NAM gebruikte seismologisch model, uitgerekend voor een aantal onttrekkingsscenario's.





Figuur 10 Voorspelling van het aantal aardbevingen met een magnitude van groter of gelijk aan 1.5 op basis van het op compactie gebaseerde seismologische model (met naschokken) voor het productie scenario met een jaarlijkse onttrekking van 27 bcm. De simulatie resultaten zijn op basis van 10.000 onafhankelijke simulaties. De grijze lijn en het grijze gebied representeren het verwachte aantal aardbevingen met en 95% betrouwbaarheids interval. De groene lijnen geven de verwachtingswaarde en het 95% betrouwbaarheids interval voor 2016.

## 2.7 Beheersmaatregelen

Conclusie mag getrokken worden, dat de geobserveerde aardbevingdichtheid met een maximum van 0.15 aardbevingen/km<sup>2</sup>/jaar en de gemeten grondversnellingen met 0.021 onder de in het instemmingsbesluit genoemde grenswaarden liggen. De NAM geeft uitvoering aan de opgelegde beheersmaatregelen (jaarvolume, volumeverdeling over het veld en productiefunctuatie), en ziet op basis van bovenstaande resultaten nog geen aanleiding om deze aan te passen.

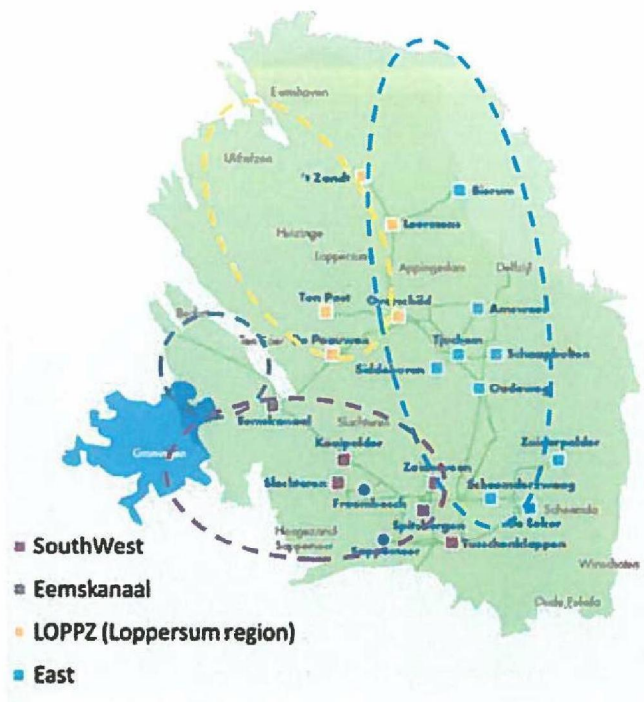
### 3 Productiegegevens

#### 3.1 Productie systeem

Het gas uit het Groningenveld wordt met 20 productielocaties geproduceerd; deze productielocaties liggen verspreid over het veld. Op basis van een advies van SodM uit 2014 is door de minister een productieverdeling over vijf regio's voorgesteld, in Tabel 3 en Figuur 11 is een overzicht van de regio's en de productielocaties getoond.

Eemskanaal	Loppersum	Oost	Zuidwest
Eemskanaal	De Pauwen Leermens Overschild Ten Post 't Zandt	Amsweer Bierum De Eeker Oudeweg Schaapbulten Scheemderzwaag Siddeburen Tjuchem Zuiderpolder	Kooipolder Slochteren Spitsbergen Tusschenklappen Zuiderveen

Tabel 3 productielocaties per regio



Figuur 11 Ligging van de Groningen productionlocaties ten opzichte van het Groningenveld. De gebruikte kleur dient ter indicatie tot welke regio een productielocatie wordt gerekend.

### 3.2 Productie data

Figure 12 toont de historische productie per regio uit het Groningenveld vanaf 2010. In deze figuur is de sterke seizoensproductiefluctuatie duidelijk zichtbaar. In deze fluctuatie is de rol van het Groningenveld te herkennen als leverancier van energie aan met name huishoudens op momenten van hoge marktvraag in de wintermaanden. Heel duidelijk is ook de verlaging en afvlakking van de veldproductie na April 2015. Daarnaast is de verlaging van het geproduceerde volume door de productielocaties die tot de regio Loppersum worden gerekend (het rode vlak) goed zichtbaar.

pag. 15

Figuur 13 is een uitvergroete weergave van de Groningenveld productie in het gasjaar 2015/2016, in deze figuur wordt de vlakke productie per maand per regio nog duidelijker getoond. De seizoensproductiefluctuaties worden zoveel mogelijk opgevangen met andere productiemiddelen zoals de ondergrondse gasopslag Norg.

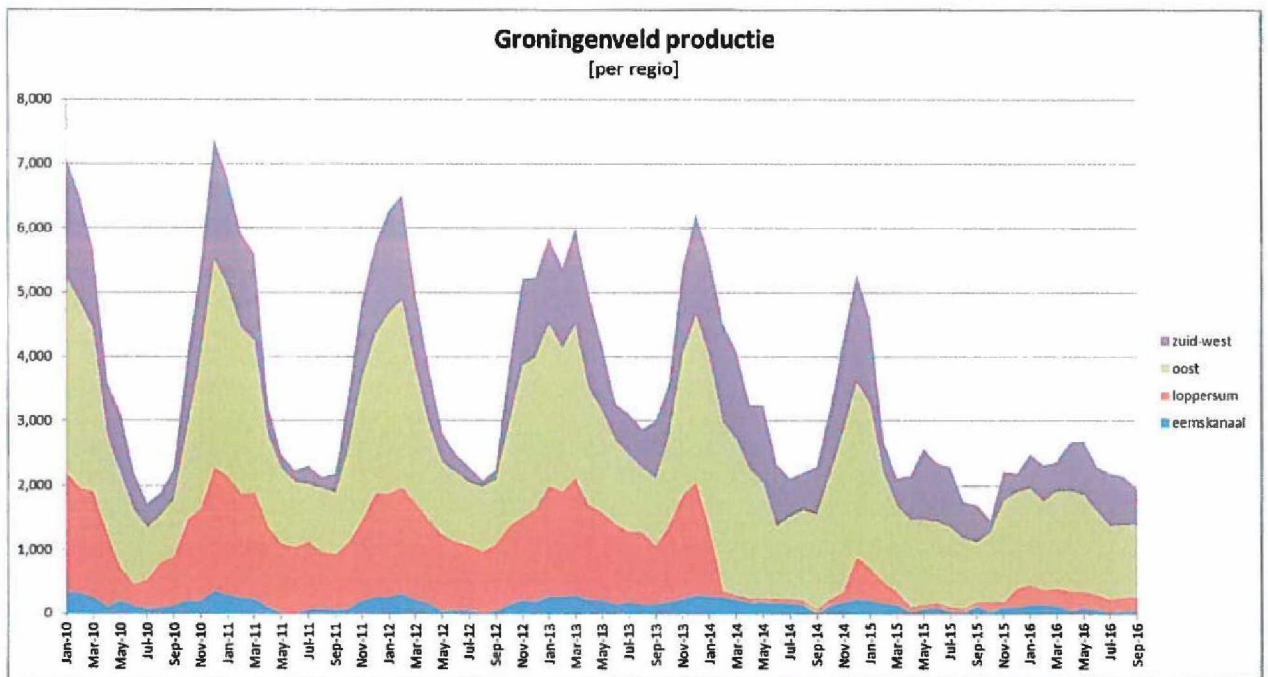
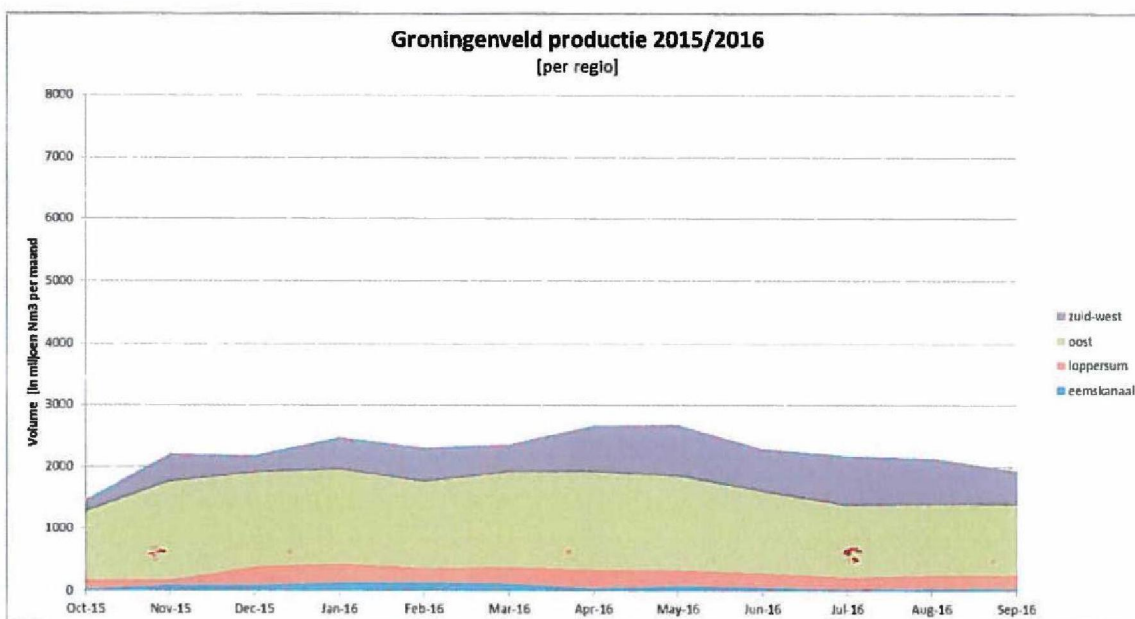


Figure 12 Groningenveldproductie van januari 2010 tot en met september 2016 per maand, duidelijk zichtbaar zijn de sterke seizoensfluctuaties voor en de afvlakking daarvan na April 2015.



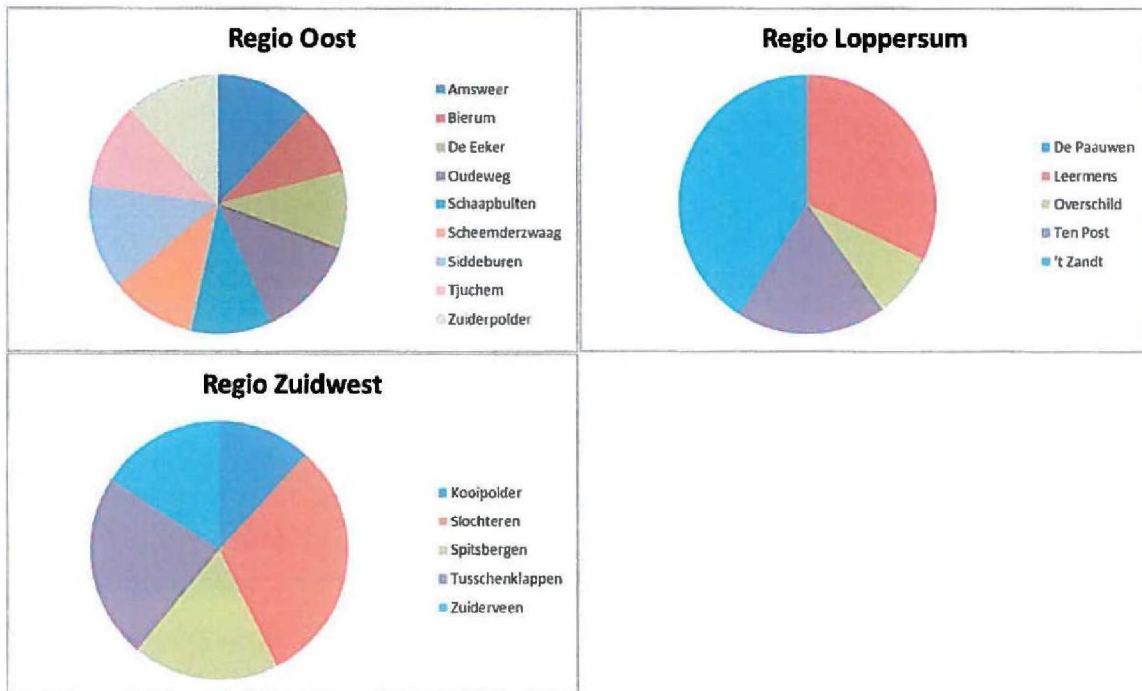


Figuur 13 Groningenveld productie gasjaar 2015/2016 waarin nog duidelijker de afvlakking van de productiefluctuatie wordt getoond.

Tabel 4 toont de onderliggende data aan figuur 10, en geeft de productie per maand per productielocatie. Alle data is in miljoen Nm3.

Regio	Productielocatie	October 2015	November 2015	December 2015	January 2016	February 2016	March 2016	April 2016	May 2016	June 2016	July 2016	August 2016	September 2016	
oost	Arrewaard	107	108	108	108	108	108	108	206	195	160	169	181	
oost	Bierum	0	0	0	0	96	108	108	108	108	108	108	187	
oost	De Eekar	119	202	108	108	108	108	108	156	118	55	74	133	
oost	Oldeweg	183	218	108	108	108	163	194	198	191	207	165	165	
oost	Schaapbûten	177	196	61	147	133	178	179	173	140	133	142	151	
oost	Scheerderzwag	98	189	179	149	108	108	108	108	108	108	108	108	
oost	Siddeburan	195	108	108	108	195	203	170	217	170	147	167	152	
oost	Tjuchem	185	108	108	108	108	108	108	108	169	118	111	2	
oost	Zuidropolder	59	229	232	109	108	108	108	108	108	108	108	108	
zuid-west	Koopolder	81	156	148	167	161	59	0	1	0	0	0	55	
zuid-west	Slochteren	84	108	108	108	159	169	198	271	249	258	231	192	
zuid-west	Spitsbergen	46	83	64	125	128	108	108	108	62	206	171	104	
zuid-west	Tusschenklappen	7	133	108	108	108	108	108	108	108	108	108	140	
zuid-west	Zuderveen	21	42	15	62	83	27	136	190	160	191	144	69	
eemskanaal	Eemskanaal	34	102	102	139	143	127	58	94	70	26	44	41	
loppersum	De Pasuwon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
loppersum	Leermens	5	8	14	25	8	30	38	36	31	37	34	35	
loppersum	Overschik	0	2	0	23	0	18	7	6	4	2	8	3	
loppersum	Ten Post	31	32	27	48	35	3	0	0	0	0	0	0	
loppersum	Van Zand	31	24	27	43	29	23	37	33	34	35	35	36	
Totaal		1,473	2,215	2,190	2,481	2,318	2,368	2,672	2,683	2,298	2,188	2,149	1,948	26,881

Tabel 4 Productie data gasjaar 2015/2016 (in miljoen Nm3)



pag. 17

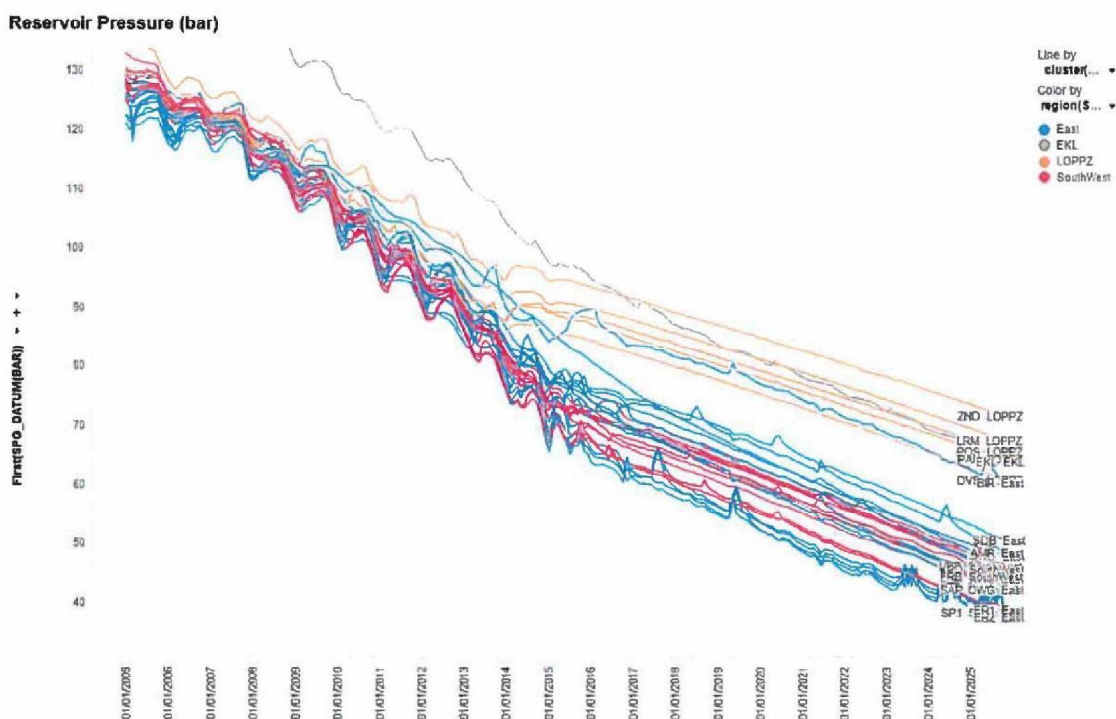
**Figuur 14** toont de productieverdeling per region per productiecluster. Regio Eemskanaal wordt niet getoond deze uit slechts een productiecluster bestaat. De locatie Sappemeer produceert naar productiecluster Tusschenklappen, de locatie Froombosch produceert naar productiecluster Slochteren, zij worden satellietlocaties genoemd en niet specifiek benoemd in de overzichten.



## 4 Reservoirdrukken

Als gevolg van de historische ontwikkeling van het Groningenveld is de concentratie productieclusters in het zuidelijke deel van het veld relatief hoog terwijl de reservoirdikte in zuidelijke deel juist het minst dik is. De regionale productie beperkingen die opgelegd zijn door het Ministerie van Economische zaken in januari 2015<sup>2</sup> is de productie uit het noordelijke deel van het veld sterk beperkt, maar is ruimte gebleven voor productie uit het minder dikke zuidelijke en oostelijke deel van het veld. In Figuur 15 wordt de gesimuleerde<sup>3</sup> lokale reservoirdruk<sup>4</sup> per productielocatie getoond. Duidelijk zichtbaar is dat in het verleden getracht werd de de reservoirdruk in het gehele Groningenveld zo gelijkmatig mogelijk te laten dalen (binnen een bandbreedte van ongeveer 5 bar). Als gevolg van de in 2015 ingevoerde productie beperkingen is een drukverschil over het veld ontstaan welke inmiddels ongeveer 25 bar bedraagt.

pag. 18



Figuur 15: Gemiddelde reservoirdruk versus tijd, per cluster en per region. Duidelijk zichtbaar is de divergerende trend van de lijnen. Tevens is zichtbaar dat ook de druk in de regio Loppersum daalt.

<sup>2</sup> voorlopige voorziening Raad van State (April 2015) welke verder de productie beperkt uit de Loppersum regio tot het absolute minimum benodigd voor leveringzekerheid.

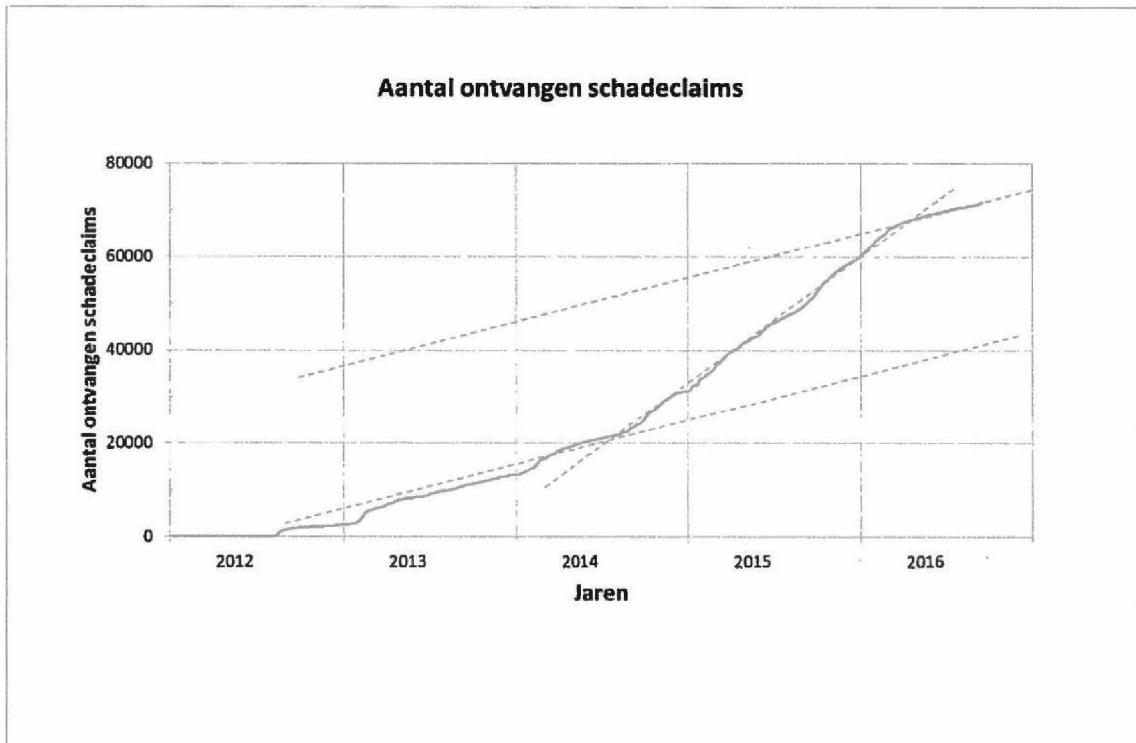
<sup>3</sup> Simulation runs per Business Plan 2016, history matched tot 1/1/2016

<sup>4</sup> Gemiddelde reservoirdruk in de nabijheid van de putten (ongeveer 500m radius) op een diepte van (2875mTVDSS)

## 5 Schademeldingen

Er zijn per oktober 2016 meer dan 71000 schademeldingen geregistreerd; Figuur 16 toont de ontwikkeling van het aantal ontvangen schadeclaims. De blauwe lijn toont het aantal ontvangen schadeclaims, hierin kunnen drie duidelijk verschillende periodes worden onderscheiden, aangegeven met de (groene) trendlijnen. Deze periodes lijken op het eerste gezicht geen directe relatie te hebben met de hoogte van de gasproductie of de gemeten aardbevingsactiviteit.

pag. 19



Figuur 16: aantal ontvangen schadeclaims